

NEKTA

ISSN 2683-1988

```
mirror_mod.use  
mirror_mod.use  
mirror_mod.use  
elif_operation  
mirror_mod.use  
mirror_mod.use  
mirror_mod.use  
  
#selection at the end, switch the deselected mirror  
mirror_ob.select= 1  
modifier_ob.select=1  
bpy.context.scene.objects.active = modifier_ob  
print("Selected" + str(modifier_ob)) # modifier ob is the
```

Nueva Época

año 5, No. 9, septiembre-diciembre 2019



UVP

UNIVERSIDAD
DEL VALLE DE PUEBLA

DIRECTORIO

Presidente de la Junta de Gobierno

Mtro. Jaime Illescas López

Rectora

Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas

Editoras Responsables

Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas

Mtra. Irma Higinia Illescas Lozano

Vicerrectoría Académica

Mtro. Jaime Vicente Illescas Lozano

Vicerrectoría de Administración y Finanzas

Mtra. Irma Higinia Illescas Lozano

Vicerrectoría de Extensión y Difusión

Mtro. Prisciliano Gerardo Illescas Lozano

Dirección de Posgrados

Dra. María de Jesús Espino Guevara

Coordinador Editorial

Mtro. Miguel Ángel Hernández Rascón

Diseño Editorial

Mtra. Gabriela Arias Limón

NEXTIA, año 5, No. 9, septiembre-diciembre 2019, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad del Valle de Puebla S.C., Calle 3 sur # 5759, Col. El Cerrito. CP. 72440, Puebla, Puebla, Tel. (222) 26-69-488. Editoras Responsables: Dra. María Hortensia Irma Lozano e Islas y Mtra. Irma Higinia Illescas Lozano. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No.04-2018-012418122300-203, ISSN 2683-1988, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Coordinación Editorial y de Publicaciones, Dra. María de Jesús Espino Guevara, calle 3 sur # 5759, Col. El Cerrito. CP. 72440, Puebla, Puebla, fecha de la última modificación, 29 de julio de 2019.

El contenido de los artículos y las opiniones expresadas en los mismo son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan las posturas de la Universidad del Valle de Puebla, de las Editoras Responsables o de la coordinación editorial.

Se prohíbe la reproducción total o parcial del contenido, fotografías, ilustraciones, colorimetría y textos publicados en este número sin la previa autorización que por escrito emita el editor.

| ÍNDICE

Sistema para análisis rápido de redes de área de almacenamiento (SAN) utilizando estructuras de datos complejas, análisis sintáctico simple y métodos relacionales. <i>S. Torres Deolarte</i>	5
Dimensiones de la gestión del conocimiento en la cadena de suministro <i>María del Rosario Pérez Salazar</i>	15
Modelo dinámico de un sistema masa-resorte <i>José Carlos Romero Michiua</i>	28
Vivienda progresiva en México. Arquitectura por intuición <i>Arq. Miguel Ángel Hernández Castillo</i> <i>Comunidades Sustentables A.C.</i>	40

| EDITORIAL

El conocimiento y la técnica son fundamentales para el desarrollo de la sociedad. La generación de conocimiento y técnica se presentan de formas múltiples, porque así es la realidad. La ciencia y la técnica gozan de enorme diversidad porque se adecúan a los infinitos fenómenos de la naturaleza. La revista Nextia propone nuevas formas de ver y comprender estos fenómenos; nuevas formas de pensar en cómo se genera el conocimiento y la técnica, ya sea por medio del análisis, la observación o la praxis. También toma en cuenta los escenarios, esos espacios diversos y multidiscursivos de donde surgen diferentes posicionamientos epistémicos.

Este número de Nextia presenta cuatro investigaciones que, si bien resultan un tanto disímiles en una primera vista, lo que reflejan en la realidad es el enorme espectro de investigación que hay dentro y fuera de la Universidad del Valle de Puebla.

El primer trabajo es una colaboración del Mtro. Salvador Torres Deolarte, Consultor Tecnológico de Hewlett Packard Enterprise y profesor en la Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla en la Ingeniería en Sistemas Computacionales. Una propuesta de simplificación de procesos en redes de área de almacenamiento (*Storage Area Network*). Una prueba que hizo con Hewlett Packard en un área real de SAN. Sin duda, para los especialistas de informática, esto significa un dato importante para la innovación en las técnicas y los procedimientos.

El segundo trabajo, de la Dra. María de Rosario Pérez Salazar, tiene como finalidad explicar la vinculación que existe entre los flujos bidireccionales, flujos físicos, flujos de capital, flujo de información y flujo de conocimiento para la administración sistemática exitosa del CS. Sin duda una herramienta importante para los especialistas en logística.

En un tenor diferente, desde la técnica en ingeniería mecánica, José Carlos Romero Michua, Asesor en Mecatrónica de la Universidad del Valle de Puebla, propone un modelo dinámico para un sistema de masa resorte partiendo de un modelo matemático, como propuesta en el área de robótica.

Nextia finaliza con un tema diametralmente opuesto a los anteriores, pero no por eso menos propositivo, demostrando que la técnica y el desarrollo se dan también de forma constructiva y sustentable. El Bioblock es un proyecto para la construcción de viviendas con costos muy reducidos que el Arq. Miguel Ángel Hernández Castillo ha llevado con éxito junto a su despacho *Comunidades Sustentables A.C.* Este proyecto de sostenibilidad y sustentabilidad es una excelente propuesta para llevar oportunidades de vivienda digna a zonas marginales y rurales de México. Una muestra de que los avances técnicos son fundamentales para el desarrollo factual de una sociedad.

Sin duda un número valioso, no sólo por las propuestas originales que exponen los autores, sino porque queda demostrado que la ciencia y la técnica tiene, aún, muchos campos en dónde seguir explorando e innovando.

Dra. María de Jesús Espino
Dirección de Posgrados

Sistema para análisis rápido de redes de área de almacenamiento (SAN) utilizando estructuras de datos complejas, análisis sintáctico simple y métodos relacionales.

S. Torres Deolarte

Technology Consultant en Hewlett Packard Enterprise.
Profesor en la Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla y Universidad Tecmilenio.



Resumen.

Los dispositivos de *hardware* como servidores, unidades de almacenamiento, librerías físicas o virtuales de respaldo conectados a una red de área de almacenamiento (SAN: *Storage Area Network*) por medio de *switch* de canal de fibra óptica, pueden llegar a ser muy complejos y difíciles de entender. Este artículo presenta un sistema de software que ayuda a entender de una manera simple este tipo de ambientes complejos. El sistema de software analiza información del ambiente de manera simple para proporcionar un mapa conceptual rápido de la infraestructura. Este mapa conceptual está representado por tablas de relación obtenidas después de un proceso de análisis sintáctico individual de archivos de configuración de los diferentes dispositivos físicos los cuales están conectados a *switch* de fibra necesarios para crear una red de alta velocidad de almacenamiento.

Palabras Clave.

Almacenamiento, Relacional, Análisis Sintáctico, Infraestructura, Redes de área de almacenamiento (SAN).

Abstract.

Hardware devices such as servers, storages, physical or virtual libraries connected to a SAN (Storage Area Network) using optical fiber channel switch could become very complex and difficult to understand. This article shows a software system that helps to understand, in an easy way, this kind of complex environments. This software system analyze environmental information, in an easy way, in order to obtain relational tables as a result of an individual syntactic analysis process of different hardware devices which are connected on optical fiber channel switch indispensables to create a high speed storage area network (SAN).

Keywords.

Storage, Relational, Syntactic analysis, infrastructure, Storage Area Network (SAN).

1. Introducción

La importancia de contar con una infra-estructura robusta de TI como parte fundamental de un modelo de negocio, continúa creciendo a un ritmo acelerado, por lo cual es imprescindible tener herramientas de administración capaces de soportar cualquier cambio reactivo o proactivo de dichas infraestructuras. *Hewlett Packard Enterprise* proporciona a sus clientes una herramienta capaz de administrar cualquier dispositivo conectado a una SAN o cualquier otro tipo de red incluyendo las tradicionales Ethernet, así como cualquier tipo de dispositivo empresarial de la marca con muchas ventajas de administración en un solo sistema integral proporcionando a los usuarios una innovadora forma de administración sencilla y amigable. Este sistema, como muchos otros, están alineados a los estándares internacionales de gestión de servicios y productos ITIL versión 3 con el objetivo de un fácil manejo de las herramientas administrativas en cualquier parte del mundo. Todas estas herramientas de administración muestran aspectos de comprensión más altos y abstractos en relación con la comprensión de su instalación física más básica o de bajo nivel. La primera muestra muchas ventajas de administración cotidiana como la asignación de discos a cualquier servidor sin importar, en este alto nivel, las conexiones físicas de instalación básica de la infraestructura ni la forma en cómo la unidad de almacenamiento trabaja. Para el segundo caso, generalmente los usuarios pueden olvidarse de cómo está instalada la infraestructura a nivel físico ya que, probablemente, nunca se modifique. Así, las herramientas de administración de alto nivel no necesitan mostrar esta información. En contraste, algunas ocasiones por parte de la administración, particularmente de la SAN, necesita conocer cómo está conectada dicha infraestructura para poder tomar decisiones en cambios específicos necesarios en el negocio. Por tal motivo, es importante tener un mapa general de la instalación física basada en archivos de configuración (con la finalidad de evitar errores humanos) de todos los dispositivos en un tiempo específico aleatorio necesario.

Este artículo está enfocado en las redes para almacenamiento (SAN) debido al incremento considerable en los últimos 12 años y su continuo crecimiento previsto en los próximos 3 años más. De acuerdo a Vishvanath y Azra (2014) la predicción en el crecimiento del universo digital será en un factor de 300, inicialmente de unos 130 exabytes a 40 000 exabytes entre los años 2005 y 2020 lo cual requerirá mucho más hardware, software y servicios en estos años. En este sentido, las instalaciones de redes para almacenamiento se incrementarán considerablemente lo que dará como resultado una baja en los precios de inversión por gigabyte de \$2.00 dólares a tan solo \$0.20 de dólar.

La gran importancia que tienen las redes de almacenamiento SAN creó la necesidad de generar sistemas de administración alineados a las ventajas de dichas redes como son la flexibilidad, alto performance y alta escalabilidad en el ambiente de almacenamiento. La primera ventaja está relacionada a los diferentes protocolos de comunicación: iSCSI, FCP o FCoE entre diferentes dispositivos como servidores, unidades de almacenamiento y librerías de respaldo. La segunda ventaja radica en el alto performance encontrado en los *switch* de fibra, así como en el uso de cables de fibra delgados multimodo de una tasa de transferencia de 8, 16 ó 24 Gb/s. La última ventaja radica

en la gran cantidad de sistemas de almacenamiento y unidades de respaldo que pueden agregarse de forma muy simple a cualquier infraestructura de SAN (3).

Este artículo muestra un sistema para el análisis rápido de conexiones físicas de SAN y como resultado proporciona tablas de relación para su sencilla interpretación de conexiones físicas. Una de las principales ventajas de tener un sistema que pueda analizar eficiente y rápidamente toda la infraestructura de SAN en un ambiente complejo es la ejecución independiente de las modificaciones físicas y de configuración realizadas en el transcurso del tiempo, solo basta con tomar los archivos de configuración resientes para realizar el análisis y generar las tablas de relación casi inmediata.

2. Objetivos

1. Implementar un sistema de análisis en una infraestructura de conexión SAN utilizando análisis sintáctico de archivos de configuración para obtener los números de referencia de conexión WWN; estructuras de datos complejas para la creación de tablas de relación de los números de referencia; y por último métodos relacionales que proporcionan conceptos básicos de conexión entre los diferentes dispositivos basados en los archivos de configuración de SAN.
2. Proporcionar ejemplos de estructuras de datos complejas en una programación orientada a objetos.
3. Mostrar resultados de un análisis en una infraestructura compleja de conexión de SAN.

3. Objetivos

- Se entenderá el comportamiento de una SAN basado en los archivos de configuración de todos los dispositivos involucrados.
 - Se elegirá un lenguaje de programación orientado a objetos.
- Se creará un diagrama de clases utilizado para la generación de paquetes en la estructura del proyecto orientado a objetos.
- Se obtendrán los WWN (*World Wide Name*, identificador único de ocho octetos hexadecimales de un puerto de fibra) así como sus nombres representativos utilizando análisis sintáctico.
 - Se utilizarán estructuras de datos complejas como matrices de adyacencia de listas ligadas, así como listas ligadas de matrices de datos para almacenar en memoria principal todos los WWN y nombres representativos.
 - Se crearán tablas de relación que mostrarán información de WWN y nombres representativos que harán referencia a los puertos exactos de conexión física de cada dispositivo, así como otras propiedades.

4. Resultados

Los resultados obtenidos en la ejecución del sistema están divididos en tres etapas, la primera obtiene todos los WWN registrados en los *switch* de SAN y genera sus nombres representativos. La segunda genera las primeras tablas de relación entre los puertos de un dispositivo y su respectiva conexión en algún puerto de un *switch* de SAN. La tercera etapa genera un segundo tipo de tablas de relación entre los nombres representativos obtenidos en la primera etapa y la configuración de zonas de los *switch* de SAN. La figura 1 muestra las etapas de resultados generadas por el sistema.



Figura 1.- Etapas de obtención de resultados

La primera etapa tiene como objetivo el análisis sintáctico de los archivos de configuración específico de cada dispositivo y de cada *switch* de SAN para extraer todos los WWN y generar sus respectivos nombres representativos. El extracto del archivo de configuración de la figura 2 pertenece a un servidor con sistema operativo HPUX y está conformado con la salida del comando `ioscan -fnC fc` y la salida del comando `fcmsutil /dev/<device>` donde `<device>` es el nombre de cada puerto obtenido con la salida del primer comando. Es posible utilizar un script para la extracción de esta información de todos los servidores conectados en una misma SAN de forma automática. El sistema tomará el nombre del archivo como nombre del servidor en cuestión, por lo que el archivo con nombre SERVER1 de la figura 2, será el nombre que el sistema tomará como válido. Se puede observar que el puerto `fcd0` de ese servidor tiene asignado un WWN con número: `00:00:00:00:c9:c4:15:73` (por temas de confidencialidad no se muestran los primeros 4 octetos del WWN).

```

SERVER1/root# ioscan -fnC fc
Class | H/W Path  | Driver S/W State | H/W Type | Description
-----|-----|-----|-----|-----
fc    | 0 0/0/0/5/0/0/0 | fcd CLAIMED | INTERFACE | HP 451871-B21 8Gb
      | /dev/fcd0
fc    | 1 0/0/0/5/0/0/1 | fcd CLAIMED | INTERFACE | HP 451871-B21 8Gb
      | /dev/fcd1
fc    | 2 0/0/0/7/0/0/0 | fcd CLAIMED | INTERFACE | HP 451871-B21 8Gb

SERVER1/root# fcmsutil /dev/fcd0
Vendor ID is = 0x1077
Device ID is = 0x2532
PCI Sub-system Vendor ID is = 0x103C
PCI Sub-system ID is = 0x3261
PCI Mode = PCI Express x4
ISP Code version = 5.4.4
ISP Chip version = 2
Topology = PTTOPT_FABRIC
Link Speed = 8Gb
Local N_Port_id is = 0x0a8002
Previous N_Port_id is = 0x0a8001
N_Port Node World Wide Name = 0x00000000c9c41573
  
```

Figura 2.- Ejemplo de un archivo de configuración de un Servidor SERVER1 con S.O. HPUX

Esta es la única etapa del sistema que requiere todos los archivos de configuración de cada uno de los dispositivos involucrados para la extracción de los WWN y demás información importante. De esta forma, el sistema sabrá qué puerto de qué dispositivo pertenece un WWN específico. La figura 3 muestra el motor de extracción dividida en pestañas con nombres de los diferentes dispositivos que puede tener una SAN, esta lista es dinámica ya que el universo de dispositivos es muy grande, pero el análisis sintáctico de los dispositivos para extracción de sus atributos es relativamente sencillo.

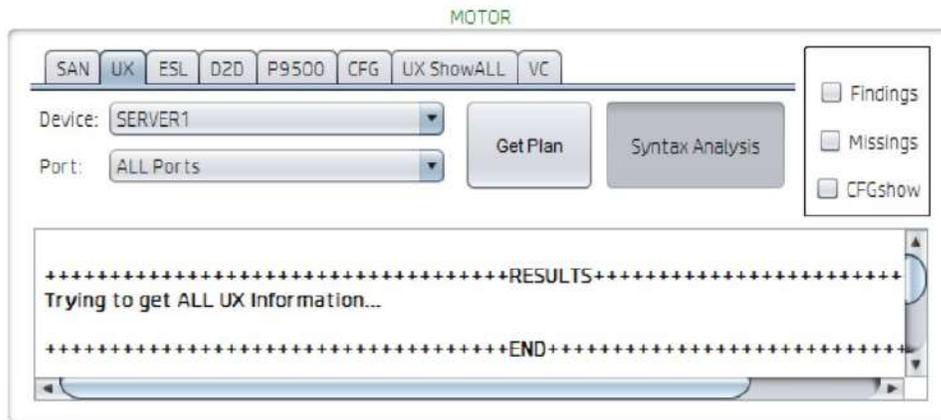


Figura 3.- Motor de la primera etapa del sistema

El análisis sintáctico simple extrae todos los WWN de los archivos de configuración de todos los dispositivos involucrados en la SAN y genera sus nombres representativos para un fácil entendimiento de las conexiones de fibra física sin necesidad de tener un costoso, computacionalmente hablando, mapa gráfico de una compleja infraestructura de SAN. La figura 4 muestra los resultados de dicha información en su columna llamada *Device Port Name*.

RESULT INFORMATION

ALL UX Information, HOSTNAME: SERVER1 TOTAL: 8

Index/HostName	SLOT	PORT	WWN	Device Port Name
SERVER1	fcd0	fcd0	00:00:00:00:C9:C4:15:73	SERVER1_FCD0
SERVER1	fcd1	fcd1	C2:66:12	SERVER1_FCD1
SERVER1	fcd2	fcd2	C2:66:14	SERVER1_FCD2
SERVER1	fcd3	fcd3	C2:66:16	SERVER1_FCD3
SERVER1	fcd4	fcd4	72:B1:C4	SERVER1_FCD4
SERVER1	fcd5	fcd5	72:B1:C6	SERVER1_FCD5
SERVER1	fcd6	fcd6	72:B1:B4	SERVER1_FCD6
SERVER1	fcd7	fcd7	72:B1:B6	SERVER1_FCD7

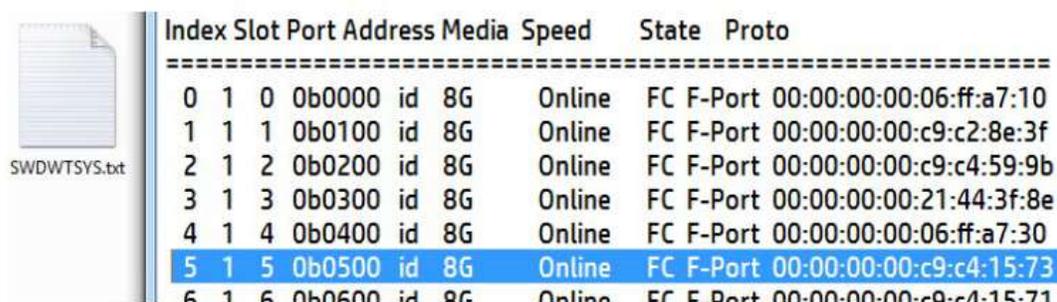
Figura 4.- Nombre representativos después del análisis sintáctico simple.

El concepto de compleja estructura de SAN está basado en el hecho de tener una gran cantidad de dispositivos conectados a diferentes *switch* de SAN. Un ejemplo de ello es una SAN con 40 servidores entre 4 y 8 puertos cada uno; 2 unidades de almacenamiento con 24 puertos; 2 librerías de respaldo físicas y 2 virtuales con 16 puertos cada una; y 4 *switch* de SAN de 8 slots con 32 puertos cada slot. Todos los puertos de los dispositivos (servidores, unidades de almacenamiento y librerías de respaldo) conectados con cables de fibra óptica multimodo de forma redundante a los 4 *switch* de SAN antes mencionados.

La segunda genera tablas de relación entre los puertos del *switch* y los puertos de algún dispositivo. Para obtener estos resultados se utilizan los archivos de configuración de los *switch* y métodos de relación entre WWN registrados en los *switch* y WWN encontrados en los archivos de configuración de los dispositivos. Por ejemplo, el nombre SWUPTSYS.S7P0npiv registrado en una tabla de relación del sistema significa que el *switch* llamado SWUPTSYS en el *slot* número 7 (S7) en el puerto número 0 (P0) con una configuración npiv de ese puerto (npiv significa que el dispositivo conectado tiene la funcionalidad de generar WWN virtuales) tiene conectado un dispositivo presente en la columna llamada *Device Port Name* el cual es un nombre representativo del dispositivo conectado generado en la etapa uno. Es posible saber directamente en el *switch* de SAN el alias del dispositivo que está conectado en él utilizando el comando *nodefind*. Sin embargo, el sistema tiene algunas ventajas en este sentido, una de ellas es la lectura de n cantidad de archivos de configuración de diferentes *switch* y la otra es la independencia del alias creado para un WWN específico. Esto ayuda a eliminar cualquier confusión (generado por errores humanos o cambio en la configuración) entre el alias y la localización correcta del puerto.

Otra ventaja es responder rápidamente a la pregunta, ¿cuántos WWN tienen un servidor X? y ¿cuántos de ellos están siendo utilizados en la SAN? En términos operativos relacionados a la infraestructura a nivel de negocio, existen varios departamentos encargados tanto de Almacenamiento y Servidores (la tendencia a futuro son sistemas convergentes para eliminar esta división) lo cual significa pedir al departamento de Almacenamiento la configuración de un *switch* específico y por otro lado pedir la configuración de los servidores. Al final y de forma manual, se tendría que realizar una búsqueda de los WWN y revisar en qué puerto está presente ese WWN. Una forma más sencilla es la comunicación del departamento de Servidores proporcionando los WWN al departamento de Almacenamiento para que este último utilizando el comando *nodefind* pueda contestar solo la primera pregunta. La segunda pregunta tendrá que ser revisada por el departamento de servidores. El sistema intenta resolver este inconveniente utilizando métodos de relación de los WWN para eliminar el tiempo de respuesta a un proceso reactivo o proactivo de cambio en cualquier SAN con una menor intervención de los diferentes departamentos involucrados.

La figura 5 muestra un extracto del archivo de configuración del *switch* de SAN llamado SWDWTSYS el cual tiene conectado en su slot 5 puerto 1 un dispositivo con WWN 00:00:00:00:c9:c4:15:73 el cual corresponden al servidor SERVER1 de su puerto fcd0 (figura 2).



Index	Slot	Port	Address	Media	Speed	State	Proto
0	1	0	0b0000	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:06:ff:a7:10
1	1	1	0b0100	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:c9:c2:8e:3f
2	1	2	0b0200	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:c9:c4:59:9b
3	1	3	0b0300	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:21:44:3f:8e
4	1	4	0b0400	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:06:ff:a7:30
5	1	5	0b0500	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:c9:c4:15:73
6	1	6	0b0600	id	8G	Online	FC F-Port 00:00:00:00:c9:c4:15:71

Figura 5.- Ejemplo de archivo de configuración de un switch de SAN.

El sistema tiene dos importantes funciones para generar las tablas de relación entre un puerto del dispositivo y un puerto del *switch* de SAN. La figura 6 muestra estas dos funciones importantes. La primera función *Findings*, encuentra todos los WWN presentes en el archivo de configuración de un dispositivo específico dentro de algún archivo de configuración de *switch* de SAN (Si están registrados, existe una conexión física). El sistema cuenta con un campo de selección llamado Port: el cual puede ser ocupado para revisar todos los puertos o solo uno de ellos. Esto ayuda a realizar una investigación precisa en un cambio reactivo o proactivo de forma más sencilla y ágil relacionado a un puerto específico.

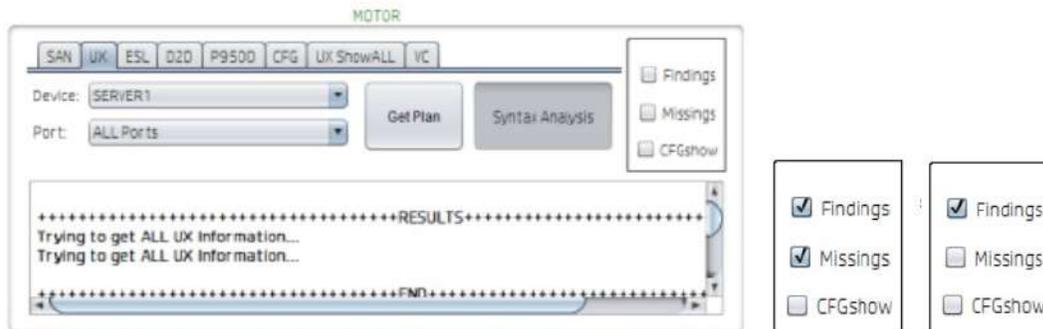


Figura 6.- Funciones importantes Findings y Missings para generar las tablas de relación entre WWN de dispositivo y switch de SAN.

La segunda función, llamada *Missings*, muestra todos los puertos del dispositivo con una etiqueta `NO_FOUND_IN_CONFIGURATION` la cual significa que el WWN específico no fue encontrado en ningún archivo de configuración de *switch* de SAN. La figura 6 muestra las dos funciones de la segunda etapa de resultados del sistema. De la misma forma, la figura 7 muestra los resultados de aplicar las dos funciones de esta segunda etapa.

RESULT INFORMATION

FINDINGS AND MISSINGS UX Information, HOSTNAME: SERVER1 TOTAL: 8

Index/Host#(a..)	SLOT	PORT	WWN	Device Port Name	SAN Port Name
SERVER1	fcd0	fcd0	00:00:00:00:C9:C4:15:73	SERVER1_FCD0	SWDWTSYS.S1P5
SERVER1	fcd1	fcd1	C2:66:12	SERVER1_FCD1	SWDWTSYS.S7P1npiv_
SERVER1	fcd2	fcd2	C2:66:14	SERVER1_FCD2	SWUPTSYS.S7P3npiv_
SERVER1	fcd3	fcd3	C2:66:16	SERVER1_FCD3	SWDWTSYS.S7P3npiv_
SERVER1	fcd4	fcd4	72:B1:C4	SERVER1_FCD4	NO_FOUND_IN_CONFIGURATION
SERVER1	fcd5	fcd5	72:B1:C6	SERVER1_FCD5	NO_FOUND_IN_CONFIGURATION
SERVER1	fcd6	fcd6	72:B1:B4	SERVER1_FCD6	NO_FOUND_IN_CONFIGURATION
SERVER1	fcd7	fcd7	72:B1:B6	SERVER1_FCD7	NO_FOUND_IN_CONFIGURATION

Figura 7.- Conceptualización básica de conexión entre puertos de un dispositivo y puertos de un switch de SAN utilizando tablas de relación.

El concepto básico de conexión para el servidor SERVER1 de la figura 7 debe comprenderse de la siguiente manera: “El puerto fcd0 del servidor SERVER1 con WWN 00:00:00:00:c9:c4:15:73 está conectado en el puerto 5, Slot 1, *switch* de SAN SWDWTYS, sin ninguna configuración NPIV”. Se puede observar un *switch* de SAN completamente diferente en la fila número tres, lo que significa que existe redundancia por *switch* para el servidor SERVER1 utilizando el puerto fcd0 y fcd2, por ejemplo. Esto es muy común para cubrir algunos requisitos en la implementación de infraestructura dentro de centros de datos.

Los resultados en esta segunda etapa son variados, se puede observar que el servidor SERVER1 tiene 8 puertos disponibles para su uso, de los cuales solo 4 utiliza y los otros 4 no están conectados, al menos en todos los *switch* de SAN cargados en el sistema. Puede ocurrir que esos puertos estén conectados a otros *switch* y que el sistema no lo sepa. Una de las limitantes del sistema es que no revisa, a nivel de dispositivo, si sus puertos están conectados, solo revisa basado en las conexiones registradas en los *switch* de SAN. Otro resultado muy útil radica en la redundancia de *switch*. Es muy común tener esta redundancia para garantizar la continuidad de producción en caso de alguna contingencia. Se puede observar en la tabla de relación que los puertos fcd0, fcd1 y fcd3 están conectados al mismo *switch* de SAN SWDWTSYS y el puerto fcd2 está conectado a un *switch* de SAN diferente llamado SWUPTSYS. La idea de balancear las cargas en los puertos es también muy común en la implementación de la infraestructura de SAN. Basado en esta evidencia se podrá recomendar al negocio cambiar dicha configuración en términos de balanceo de cargas en los puertos del servidor SERVER1.

La tercera etapa genera nuevas tablas de relación entre la configuración de zonas (zonificación) de cada uno de los *switch* de SAN y los nombres representativos generados en la primera. El sistema utiliza la función CFGShow para mostrar estas tablas de relación. La figura 8 muestra la última función del sistema.

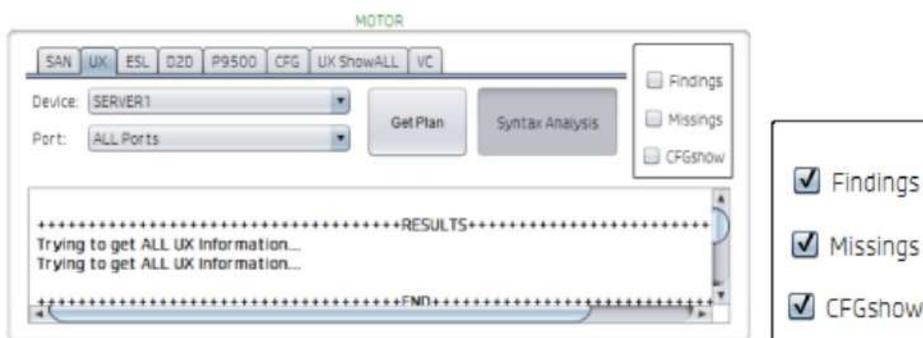


Figura 8.- Tercera etapa del sistema: Función CFGShow.

Los resultados en esta tercera etapa son mostrados en nuevas tablas de relación utilizando los nombres representativos de cada puerto en los dispositivos. La figura 9 muestra los resultados para el SERVER1. Las zonas ocupadas en la configuración CG1 son dos, una llamada DATA_SERVER1 la cual es obtenida de la configuración del *switch* de SAN, así como los WWN. El sistema asigna los nombres representativos generados en primera etapa de tal forma que fácilmente es posible reconocer para qué sirve la zona específica a pesar de que el nombre de la zona tuviera otro concepto diferente o a pesar de que el nombre estuviera en otro idioma diferente. Por ejemplo, si el nombre fuera: OTHER_BACKUP_SERVER1 el usuario podría pensar que la zona fue generada para crear *backups* del servidor 1. Sin embargo, revisando la información en el sistema, esta muestra, en la zona el puerto fcd0 del servidor y varios puertos de 4 *storage* diferentes. Es posible garantizar el nombre correcto que el sistema proporciona ya que son generados utilizando archivos de configuración específicos de cada dispositivo. Entonces el usuario se dará cuenta que lo más probable es que la zona sea para transferencia de datos de producción y no de *backup*. El sistema también muestra los puertos utilizados en el *switch* de SAN que hacen referencia al grupo de puertos específicos en cada zona, esto ayuda a resolver problemas de zonificación en un ambiente que no tenga alias configurados. Es ampliamente recomendable tener alias en cualquier configuración de SAN.

RESULT INFORMATION

MATCH Findings and Missings in CFG by using ALL Ports from: SERVER1 TOTAL: 6

Configuration Name	Zone Name	Device Path Name	WWN	SAN Port Name
CFG1	DATA SERVER1	SERVER1_FC00	00:00:00:09:04:15:73	SWDWTSYS.S1P5
		Storage1_P4	3F:8E	NO_FOUND_IN_CONFIGURATION
		Storage1_P6	59:1E	SWDWTSYS.S1P25mply_
		Storage2_P8	3F:8E	SWDWTSYS.S1P7_
		Storage2_P10	3F:8E	SWDWTSYS.S1P11_
		StorageK_P1	3F:8E	SWDWTSYS.S1P15_
CFG1	BACKUP SERVER1	StorageM_P1	3F:8E	SWDWTSYS.S2P2_
		ESL_ONE_Drive5	3F:8E	NO_FOUND_IN_CONFIGURATION
		ESL_ONE_Drive6	3F:8E	SWDWTSYS.S1P7_
		ESL_ONE_Drive7	3F:8E	SWDWTSYS.S1P11_
		ESL_ONE_Drive8	3F:8E	SWDWTSYS.S1P15_
		SERVER1_FC01	66:12	SWDWTSYS.S7P1mply_
		ESL_TWO_Drive5	40:34	SWDWWW.S1P3_
		ESL_TWO_Drive6	40:34	SWDWWW.S1P7_
		ESL_TWO_Drive7	40:34	SWDWWW.S1P11_
		ESL_TWO_Drive8	40:34	SWDWWW.S1P15_
ESL_TWO_Drive9	3F:8E	SWDWTSYS.S2P2_		

Figura 9.- Resultados de la tercera etapa. Tablas de relación entre la configuración de SAN y nombres representativos.

5. Discusión

El sistema está construido en lenguaje de programación JAVA por ser un lenguaje de programación libre y multiplataforma. La programación orientada a objetos que proporciona JAVA ayuda a generar las estructuras de datos complejas de una forma simple y compacta. Algunas estructuras como listas ligadas de matrices de datos son utilizadas para guardar en memoria principal WWN y sus respectivos nombres representativos, también algunas estructuras de datos complejas como matrices de adyacencia de listas ligadas fueron utilizadas para encontrar los WWN en archivos de configuración muy grandes.

La figura 10 muestra la estructura general del sistema, a la izquierda arriba está el motor que genera los resultados de las tres etapas del sistema. Al lado derecho se muestran los puertos utilizados en la configuración de zonas perteneciente a la etapa tres. Abajo una zona muy amplia para visualizar las tablas de relación generadas en la segunda y tercera etapa.



Figura 10. Estructura del sistema Analyzer V1.0

6. Discusión

El sistema se utilizó en el análisis de un ambiente complejo de SAN el cual requirió agregar nuevos dispositivos de respaldo a servidores con sistema operativo HPUX. La recolección de archivos de configuración se realizó en un día completo acudiendo a cada una de los departamentos correspondientes. Esta tarea podría ser automatizada en el futuro ya que el único inconveniente que existe es el acceso restringido en muchos dispositivos que soportan la producción continua des negocio. Por otro lado, la ejecución del sistema arrojó resultados inmediatos y de forma manual se revisaron las zonas específicas donde aparecen las unidades de respaldo originales, esto con el objetivo de proponer un plan de trabajo para la asignación de las nuevas unidades de respaldo. Esta nueva ventaja del sistema no se contempló al inicio, sin embargo, puede ser un nuevo camino para la generación de planes de trabajo automáticos basados en la información general de configuración y conexión. También, se utilizó para la determinación de puertos NPIV necesarios en la asignación de nuevos servidores a un sistema de almacenamiento externo. El usuario necesitaba saber cuál debería ser el puerto más adecuado para desconectar en su SAN y conectarlo a otra unidad de almacenamiento externa a dicha SAN. El sistema arrojó que el puerto inicialmente pensado para utilizar en otra unidad de almacenamiento, era un puerto virtual como resultado de la configuración NPIV presente en el servidor. El sistema arrojó que ninguna otra zona estaba ese WWN virtual. Por lo que se tomó la decisión de desconectar sin tener ningún problema mayor en la SAN original.

En general, el tiempo de revisión manual de los archivos de configuración con respecto al sistema fue mucho mayor, el sistema revisó 228 WWN de diferentes dispositivos en segundos y reviso dos configuraciones de zonas en 40 segundos arrojando en total 222 zonas diferentes.

El trabajo a futuro está relacionado a la automatización del análisis sintáctico ya que cada dispositivo y cada versión de firmware de ese mismo dispositivo pueden variar en el momento de la extracción de WWN en su archivo de configuración, también el sistema deberá revisar la correspondencia entre la información de los dispositivos y la información de los *switch* de tal forma que el usuario podría tener un indicio de falta de información de algunos otros *switch* de SAN que no ha considerado.

Agradecimientos a Hewlett Packard Enterprise por probar el sistema en un ambiente complejo de SAN.

Referencias

HPE, October 2016, Rev. 6. HPE OneView architectural advantages (2016).

The art of service ITIL V3 Foundation Complete Certification Kit. Brisbane, Australia. (2009).

Vishvanath R. Azra Nasreen (2014) *Survey on Recent Technology of Storage Area Network and Network Attached Storage Protocols*, Department of Computer Science. R.V. College of Engineering, Bangalore, India.

Dimensiones de la gestión del conocimiento en la cadena de suministro

María del Rosario Pérez Salazar

Coordinadora Académica de la Licenciatura en Ingeniería Industrial en la Universidad del Valle de Puebla. Es Doctora en Ciencias de la Ingeniería por el Instituto Tecnológico de Orizaba.



Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad explicar la vinculación que existe entre los flujos bidireccionales, flujos físicos, flujos de capital, flujo de información y flujo de conocimiento para la administración sistemática exitosa del CS.

Palabras clave:

Cadena de suministros, administración, flujos, gestión.

Abstract

The purpose of this work is to explain the link between bidirectional flows, physical flows, capital flows, information flow, and knowledge flow for the successful systematic administration of the CS.

Keywords:

Systematic administration, flow, submint.

1. Introducción

Desde el punto de vista sistémico, una cadena de suministro (CS) puede entenderse como un sistema de flujos bidireccionales, un flujo físico y un flujo de capital coordinados por un flujo de información y un flujo de conocimiento que habilitan la cadena de valor para servir al cliente. La administración sistemática de estos flujos es la clave para el éxito de la CS; por lo tanto, la gestión de la CS eficaz implica la gestión tanto de los activos de la CS como los flujos, para maximizar la rentabilidad total

de la CS (Chopra & Meindl, 2007). La transición de un enfoque intensivo de procesamiento de datos a procesos de negocios basados en el conocimiento ha hecho crítico el estudio del flujo de conocimiento entre los actores de la CS; resaltando el foco en la gestión del conocimiento (GC). Fundamentalmente, el objetivo de la GC es el manejo sistemático del conocimiento y del conocimiento potencial (Heisig, 2009) con un enfoque en la creación de valor a partir de los recursos intangibles tanto dentro como fuera de una organización (Rubenstein-Montano et al., 2001). Desde una perspectiva inter-organizacional, las empresas necesitan desarrollar capacidades relacionadas a la GC para explorar y explotar el conocimiento, como argumentan Malhotra, Gosain, & El Sawy (2005):

la capacidad de las empresas para adquirir y asimilar información de sus socios de la cadena de suministro y para transformar y explotar esta información con el fin de lograr resultados operacionales y estratégicos superiores.

Existe también evidencia teórica y empírica en la literatura acerca de la relación entre la implementación de GC y el mejoramiento del desempeño (Chandra & Kamrani 2003; Raisinghani & Meade 2005; Chandra & Tumanyan 2007; Nachiappan, Gunasekaran, & Jawahar 2007; Cha, Pingry, & Thatcher 2008; Chen et al. 2008; Verma & Tiwari 2009; Li and Hu 2012; More & Basu 2013). Sin embargo, (Heisig, 2015) resalta la necesidad de demostrar la influencia positiva de la GC como un desafío importante a superar para que la GC sea aceptada como un enfoque de gestión efectivo tanto en la práctica como en la academia.

Dentro del contexto de la CS, se puede hacer referencia a la cuantificación de los beneficios en el rendimiento como resultado de la implementación de iniciativas de la GC. Kenneth T. Derr, Presidente y Director Ejecutivo de Chevron Corporation, en el *Knowledge Management World Summit* de 1999, admitió la reducción de los costos operativos durante un período de siete años de alrededor de 9.400 millones de dólares a 7.400 millones de dólares (Derr, 1999). Por otro lado, una encuesta realizada por la revista *Supply & Demand Chain Executive* en el periodo de noviembre a diciembre de 2015 relacionada con el estado de la fuerza laboral técnica en 506 empresas, encontró que el 48 por ciento de las empresas no tienen prácticas formales de retención de conocimiento para evitar que el conocimiento desaparezca a medida que los trabajadores del conocimiento se retiran (McCrea, 2016). Una de las prácticas para la retención y transferencia del conocimiento es la utilización de una plataforma técnica para la GC; su uso puede llevar a una reducción del 30% en el tiempo que los trabajadores del conocimiento dedican a buscar y procesar la información, por lo que estos pueden centrarse en la resolución de problemas, lo que se traduce, de acuerdo con Reese (2013) en: “*dos veces mayor retorno para los accionistas, cuatro veces mayor retorno de los ingresos, y 3,5 veces mayor rendimiento de los activos.*”

El objetivo del artículo es identificar los elementos dimensiones de la GC en la CS con base en el marco de referencia de tres capas propuesto por Heisig (2009), cada capa representa una dimensión de la GC: dimensión del enfoque de procesos de negocio, dimensión del enfoque de procesos de GC y dimensión del enfoque de facilitadores de la GC.

2. Metodología

Gestión del conocimiento

Liew (2008) reconoció a la GC como “una de las principales fuerzas motrices del cambio organizacional

y de la creación de valor desde principios de 1990” (Liew, 2008), que se ha convertido más compleja como resultado de una evolución del concepto gerencial.

El manejo sistemático del conocimiento abarca cuatro actividades básicas: la transferencia del conocimiento, el almacenamiento del conocimiento, la transferencia del conocimiento y la aplicación del conocimiento, en consecuencia, por lo que estos procesos de la GC podrían ser vistos como un conjunto interconectado de actividades y al mismo tiempo como un proceso interconectado fusionado con tareas existentes e integrado al proceso de negocio (Alavi & Leidner, 2001; Heisig, 2009).

Sangari, Hosnavi, & Zahedi (2015) sugieren que los procesos de la GC son fundamentales para la adopción efectiva de la GC, de este modo requiriendo convertir el conocimiento personal en conocimiento corporativo que pueda ser ampliamente compartido y aplicado apropiadamente. En este sentido, trabajadores del conocimiento poseen un conocimiento relevante para las organizaciones como creadores del conocimiento y usuarios del conocimiento y, eventualmente, como aprendices continuos en organizaciones en las que el conocimiento es el producto principal, continuamente creado y renovado (Moyer, 2005). Por lo tanto, darle a los trabajadores del conocimiento acceso a una base de conocimientos mejoraría el desempeño de los procesos de negocio y de gestión (Earl, 2001).

Descripción de la metodología

Partiendo de la suposición de que la investigación de GC ha intentado describir el fenómeno de la GC a través de *frameworks*, Heisig (2009) analizó, con un enfoque cuantitativo y cualitativo, 160 *frameworks* referentes a la GC con respecto al uso y comprensión del término conocimiento, incluyendo los términos utilizados para designar las actividades de los procesos de GC y los factores que influyen en el éxito de la GC. Sobre la base de los resultados de este estudio y otros datos empíricos, Heisig (2009) proporcionó un marco para la GC de tres capas. Cada capa representa una dimensión de la GC: dimensión del enfoque de procesos de negocio, dimensión del enfoque de procesos de GC y dimensión del enfoque de facilitadores de la GC. La Figura 2.4 muestra la representación de estas tres dimensiones de la GC.

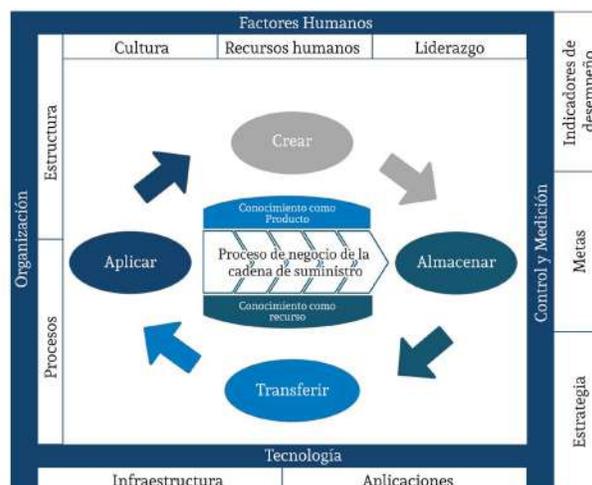


Figura 1. Dimensiones de la GC

Fuente: Adaptado de Heisig (2009)

La dimensión del enfoque de procesos de GC denota el manejo sistemático del conocimiento dentro de cuatro actividades principales: creación del conocimiento, almacenamiento del conocimiento, transferencia del conocimiento y aplicación del conocimiento, por lo que estos procesos de la GC podrían ser vistos como un conjunto interconectado de actividades y al mismo tiempo como un proceso interrelacionado fusionado con las tareas existentes e integrado en el proceso de negocio (Alavi & Leidner, 2001; Heisig, 2009).

La dimensión del enfoque de facilitadores de la GC denota las áreas en las cuales una evaluación apropiada de la GC resultará en una iniciativa exitosa y sostenible de gestión del conocimiento (Heisig, 2009).

3. Resultados

Enfoque de proceso de negocio en la CS

El desempeño de la CS se define como *“los beneficios derivados de la cooperación de la CS, incluyendo la mejora de la eficiencia y tiempo ciclo, así como la reducción de costos”*; el intercambio de conocimientos entre firmas tiene una influencia positiva en el desempeño de la CS (Ryoo & Kim, 2015).

El enfoque basado en el conocimiento ha sido utilizado como fundamento teórico para discutir el vínculo entre la GC y el desempeño de CS (Blome, Schoenherr, & Eckstein, 2014; Cheung, Cheung, & Kwok, 2012; Craighead, Hult, & Ketchen Jr., 2009; Hult, Ketchen, & Slater, 2004; Liu, Ke, Wei, & Hua, 2013b; Singh & Power, 2014).

La principal hipótesis de la teoría basada en el conocimiento es la comprensión del conocimiento como un recurso productivo primario con una connotación estratégica en el proceso de agregar valor (Grant, 1996). Por ende, desde una perspectiva basada en el conocimiento, como sostienen Sangari et al. (2015): *“el conocimiento puede ser visto como una fuente de ventaja competitiva en la cadena de suministro y mejorar los resultados de la cadena de suministro”*.

La perspectiva teoría basada en recursos también ha sido notada por los investigadores para realizar un acercamiento a la disciplina de la GC. Desde esta perspectiva teórica, como argumentan Halley, Nollet, Beaulieu, Roy, & Bigras (2010): *“la visión basada en los recursos y la gestión del conocimiento encajan a través de la traducción de recursos a conocimiento, es decir, el uso eficiente de los recursos como la noción del aprendizaje organizacional, y la acumulación eficiente de recursos para hacer frente a las necesidades futuras como la tarea correspondiente a la GC.”* Los estudios de Becker & Zirpoli (2003), Hult, Ketchen, & Arrfelt (2007), Hult, Ketchen, Cavusgil, & Calantone (2006), Halley et al. (2010), Kiessling, Harvey, & Moeller (2012), y Lin (2014) pueden ser mencionados como estudios que utilizan esta perspectiva teórica.

Wowak et al. (2013) relacionaron el conocimiento y el desempeño de la CS. Sus conclusiones indicaron que la relación entre el conocimiento y el desempeño parecía ser más fuerte cuando el conocimiento era obtenido de múltiples nodos de la CS, mientras el desempeño operacional se examina, y en estudios utilizando muestras (a) de la industria de servicios, (b) de una sola industria,

(c) de tanto clientes como proveedores y (d) debajo del nivel empresarial.

Dentro del contexto de logística operativa de la CS, Fugate, Stank, & Mentzer (2009) declararon que cuando el personal de operaciones de logística participa en generar, diseminar, llegar a una interpretación compartida de y responder al conocimiento del mercado cambiante inherente, tres áreas de desempeño de operaciones logísticas mejoran: efectividad, eficacia y diferenciación. Wong & Wong (2011).

Wong y Wong (2011) encontraron empíricamente que la interacción de capacidades de la GC con la implementación de prácticas de la gestión de la CS tiene una influencia en el desempeño de la empresa. Más específicamente, las capacidades tecnológicas y de los procesos de la GC junto con una efectiva gestión de la CS tuvieron un efecto directo e indirecto en el desempeño de la empresa, por ende, afectando también las prácticas de la gestión de la CS. Estos estudios evidencian un llamamiento imperativo para la alineación de la capacidad de la GC interna de la empresa con enfoque en la construcción de relaciones estables y de largo plazo con socios de la CS (Wong & Wong, 2011).

Enfoque de procesos de GC en la CS

Existen distintos enfoques de clasificación para los procesos requeridos para el manejo sistemático de recursos de conocimiento. Teniendo en cuenta los estudios propuestos por Alavi & Leidner (2001), Gold, Malhotra, & Segars (2001), Lawson (2003) y Heisig (2009), las siguientes actividades comprenden cada uno de los cuatro amplios procesos de la GC:

- I. La creación del conocimiento: se refiere al esfuerzo consciente de buscar y definir conocimiento relevante y sus fuentes tanto dentro como fuera de una organización (Lawson, 2003). Este proceso se relaciona con la capacidad organizativa de adquisición y acumulación del conocimiento (Gold et al., 2001) como resultado de procesos cognitivos individuales e interacciones sociales colaborativas (Alavi & Leidner, 2001).
- II. El almacenamiento del conocimiento: en esta etapa, se desarrollan mecanismos de almacenamiento y recuperación para permitir un acceso al conocimiento efectivo y rápido (Lawson, 2003). Por consiguiente, la consistencia del es imprescindible, así como lo es la sustitución del conocimientos anticuados (Gold et al., 2001).
- III. La transferencia del conocimiento: es el proceso de transferir conocimiento codificado para satisfacer necesidades específicas de usuarios para la utilización del conocimiento (Lawson, 2003). Este proceso es impulsado por la existencia de canales de transmisión, tanto formales como informales, a varios niveles (Alavi & Leidner, 2001).
- IV. La aplicación del conocimiento: denota el uso del conocimiento en situaciones nuevas donde los usuarios pueden aprender y generar conocimiento nuevo (Lawson, 2003). En consecuencia, en este proceso se persigue la capitalización del conocimiento a través de su aplicación a la actividad productiva.

El enfoque de los procesos de la GC, como sostienen Kant & Singh (2009), podría mejorar la habilidad, rapidez y efectividad en la entrega de productos o servicios mediante la CS, por lo tanto, influyendo las actividades de la CS. Samuel, Goury, Gunasekaran, & Spalanzani (2011) también reconocen a la GC como un facilitador clave de la gestión de la CS. Por su parte, Manuj & Sahin (2011) afirman que: *“la gestión del conocimiento es una estrategia para reducir la complejidad de la toma de decisiones en el contexto de la cadena de suministro.”* Esto tiene sentido debido a la característica de la información intensiva y el entorno empresarial multicultural de la CS.

Los procesos GC puede ser expresada también como una capacidad de absorción, como Malhotra et al. (2005) afirman: *“la capacidad de absorción se refiere al conjunto de rutinas y procesos organizacionales mediante los cuales las organizaciones adquieren, asimilan, transforman y explotan el conocimiento para producir capacidades organizacionales dinámicas”*. Estas capacidades organizacionales dinámicas señaladas por Malhotra et al. (2005) se refieren a la habilidad de no sólo adquirir y asimilar el conocimiento sino también transformarlo y explotarlo. De acuerdo con Liu et al. (2013b), la adquisición se centra en la habilidad de identificar y adquirir nuevos conocimientos relevantes; la asimilación refleja la habilidad de absorber y comprender el conocimiento recién obtenido; la transformación se enfoca en la habilidad de combinar el conocimiento existente y el conocimiento recién adquirido; y la explotación se refiere a la habilidad de utilizar el conocimiento nuevo para lograr los objetivos de la empresa (Liu et al., 2013b).

Enfoque de facilitadores de la GC en la CS

El éxito de las iniciativas de la GC depende considerablemente de las condiciones básicas en las que se debe implementar (Heisig, 2009). Los facilitadores de la GC se pueden clasificar en cuatro áreas: (1) factores humanos y sociales: cultura, recursos humanos y liderazgo, (2) capacidades organizacionales: proceso y estructura, (3) habilitadores tecnológicos: infraestructura y aplicaciones y (4) control y medición: estrategia, metas e indicadores.

En referencia a los facilitadores tecnológicos para el éxito de los procesos de la GC se tienen: (i) las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y (ii) las aplicaciones y herramientas (Heisig, 2009). Varios estudios analizan el papel de las tecnologías de la información y la comunicación en proyectos relacionados con la GC (Adewole, 2005; Al-Karaghoulí et al., 2013; Angeles, 2012; Chen et al., 2013; Chirumalla, 2013; Corso et al., 2010; Corso & Paolucci, 2001; de Vries & Brijder, 2000; Gambetti & Giovanardi, 2013; Huang & Lin, 2010; Maçada et al., 2013; Nikabadi, 2014; Pedroso & Nakano, 2009; Rao, 2007; Shih et al., 2012; Uusipaavalniemi & Juga, 2009; Wynn & Olubanjo, 2012; Zhu et al., 2012). Sin embargo, como señala Nissen (1999): *“un problema fundamental con la gestión del conocimiento es la tecnología de la información empleada para habilitar el trabajo de conocimiento que parece dirigirse a los datos y la información, en contraposición con el conocimiento mismo. En cambio, los sistemas basados en el conocimiento mantienen un enfoque explícito y directo en el conocimiento”* (Nissen, 1999).

Algunos de estos sistemas basados en el conocimiento que también pueden considerarse como aplicaciones o herramientas son: el modelo del conocimiento de selección de proveedores (Akhavan, Elahi, & Jafari, 2014), el sistema multi-agente (Al-Mutawah, Lee, & Cheung, 2009; Ulieru, Norrie, Kremer, & Shen, 2000), herramienta de aprendizaje (Arora, 2012), plataforma de simulación basada en el conocimiento (Chan, Cheung, Lee, & Kwok, 2006) sistema de apoyo a la toma de decisiones (Chandra & Tumanyan, 2007; Liu et al., 2013; Muñoz et al., 2013; Wang et al., 2013), sistema basado en el conocimiento distribuido (Chandra & Kamrani, 2003), sistema de recomendación de expertos basado en la ontología (Chen et al., 2010), sistema de personalización basado en el conocimiento para la integración de la CS (Cheung et al., 2012), sistema de gestión del conocimiento de los proveedores inteligentes (Choy, Tan, & Chan, 2007), sistema de la GC de la red semántica (Douligeris & Tilipakis, 2006), sistema de expertos (Irani, Sharif, Kamal, & Love, 2014), sistema de GC (Kant & Singh, 2009; Nachiappan et al., 2007), herramienta de toma de decisiones (Koh & Tan, 2006), sistema de minería de

procesos (Lau, Ho, Zhao, & Chung, 2009; Liao, Chen, & Wu, 2008; Liao, Chen, & Tseng, 2009), sistema de flujo de trabajo (Lopez & Eldridge, 2010), algoritmo genético basado en el conocimiento (Prakash, Chan, Liao, & Deshmukh, 2012), modelo de agente principal (Qi & Chen, 2014), agentes de software (Wu, 2001), modelo semántico de ontología (Ye, Yang, Jiang, & Tong, 2008), modelo basado en casos (Wang et al., 2008) y arquitectura de minería de datos basado en agentes (Warkentin, Sugumaran, & Sainsbury, 2012). Estos estudios listados muestran que el desarrollo de sistemas basados en el conocimiento ha surgido como un tema de investigación activo.

Junto con el reconocimiento de la dimensión tecnológica en la implementación de iniciativas de la GC dentro del contexto de la CS, la dimensión de procesos de la GC puede ser comprendida como una capacidad de la GC. Esto implica que, tanto a un nivel individual como organizacional, la absorción del conocimiento depende de la capacidad del recipiente de agregar nuevos conocimientos a conocimientos existentes (Grant, 1996).

4. Conclusión

Varios estudios han explorado los beneficios de la GC dentro del contexto de la CS. Por ejemplo, Hult, Ketchen, Cavusgil, & Calantone (2006) afirmaron empíricamente que dentro de una perspectiva de alineación estrategia-conocimiento, el desempeño de la CS podría mejorarse si el conocimiento se capitaliza junto con elementos de la GC como la accesibilidad del conocimiento, la calidad del conocimiento, el uso del conocimiento, la intensidad del conocimiento, el carácter tácito del conocimiento y la capacidad de aprendizaje.

La dimensión del enfoque de procesos de negocio se refiere a la caracterización del desempeño resultado de la implementación de la GC. Los beneficios de la GC deben demostrarse en los procesos de gestión clave, así como en los trabajadores del conocimiento que ejecutan procesos de gestión de la calidad diariamente (Heisig, 2009).

Dada la naturaleza intangible de los recursos del conocimiento, la importancia de la GC se basa en el conocimiento que está implícito en rutinas, procedimientos estándar, capacidades dinámicas y recursos inimitables (Pawlowsky & Schmid, 2012), por ende, los recursos del conocimiento tienen una implicación en la ventaja competitiva.

Referencias

- Adewole, A. (2005). "Developing a strategic framework for efficient and effective optimisation of information in the supply chains of the UK clothing manufacture industry". *Supply Chain Management: An International Journal*, 10(5), 357–366. <https://doi.org/10.1108/13598540510624188>
- Akhavan, P., Elahi, B., & Jafari, M. (2014). "A new integrated knowledge model in supplier selection". *Education, Business and Society: Contemporary Middle Eastern Issues*, 7(4), 333–368. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-10-2011-0362>
- Al-Karaghoul, W., Ghoneim, A., Sharif, A., & Dwivedi, Y. K. (2013). "The effect of knowledge management in enhancing the procurement Process in the UK healthcare supply chain". *Information Systems Management*, 30(1), 35–49. <https://doi.org/10.1080/10580530.2013.739888>
- Al-Mutawah, K., Lee, V., & Cheung, Y. (2009). "A new multi-agent system framework for tacit knowledge management in manufacturing supply chains". *Journal of Intelligent Manufacturing*, 20(5), 593–610. <https://doi.org/10.1007/s10845-008-0142-0>
- Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). "Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues". *MIS Quarterly*, 25(1), 107–136. <https://doi.org/10.2307/3250961>
- Angeles, R. (2012). "RFID critical success factors and system deployment outcomes as mitigated by IT infrastructure integration and supply chain process integration". *International Journal of Value Chain Management*, 6(3), 240–281. <https://doi.org/10.1504/IJVC.2012.050864>
- Arora, A. S. (2012). "The "organization" as an interdisciplinary learning zone: Using a strategic game to integrate learning about supply chain management and advertising". *The Learning Organization*, 19(2), 121–133. <https://doi.org/10.1108/09696471211201489>
- Becker, M. C., & Zirpoli, F. (2003). "Organizing new product development: Knowledge hollowing out and knowledge integration – the FIAT Auto case". *International Journal of Operations & Production Management*, 23(9), 1033–1061. <https://doi.org/10.1108/01443570310491765>
- Blome, C., Schoenherr, T., & Eckstein, D. (2014). "The impact of knowledge transfer and complexity on supply chain flexibility: A knowledge-based view". *International Journal of Production Economics*, 147, 307–316. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.02.028>
- Cha, H. S., Pingry, D. E., & Thatcher, M. E. (2008). "Managing the knowledge supply chain: an organizational learning model of information technology offshore outsourcing". *MIS Quarterly*, 32(2), 281–306.
- Chan, Y. L., Cheung, C. F., Lee, W. B., & Kwok, S. K. (2006). "Knowledge-based simulation and analysis of supply chain performance". *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 19(1), 14–23. <https://doi.org/10.1080/09511920500174463>
- Chandra, C., & Kamrani, A. K. (2003). "Knowledge management for consumer-focused product design". *Journal of Intelligent Manufacturing*, 14(6), 557–580. <https://doi.org/10.1023/A:1027358721819>
- Chandra, C., & Tumanyan, A. (2007). "Organization and problem ontology for supply chain information support system". *Data and Knowledge Engineering*, 61(2), 263–280. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2006.06.005>
- Chen, D. Q., Preston, D. S., & Xia, W. (2013). "Enhancing hospital supply chain performance: A relational view and empirical test". *Journal of Operations Management*, 31(6), 391–408. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2013.07.012>
- Chen, H. H., Kang, H. Y., Xing, X., Lee, A. H. I., & Tong, Y. (2008). "Developing new products with knowledge management methods and process development management in a network". *Computers in Industry*,

- 59(2–3), 242–253. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.06.020>
- Chenok, Y. J., Chen, Y. M., & Wu, M. S. (2010). “Development of an ontology-based expert recommendation system for product empirical knowledge consultation”. *Concurrent Engineering: Research and Applications*, 18(3), 233–253. <https://doi.org/10.1177/1063293x10373824>
- Cheung, C. F., Cheung, C. M., & Kwok, S. K. (2012). “A Knowledge-based Customization System for Supply Chain Integration”. *Expert Systems with Applications*, 39(4), 3906–3924. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.08.096>
- Chirumalla, K. (2013). “Managing Knowledge for Product-Service System Innovation: The Role of Web 2.0 Technologies”. *Research-Technology Management*, 56(2), 45–53. <https://doi.org/10.5437/08956308x5602045>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply chain management: Strategy, Planning, and Operation*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Choy, K. L., Tan, K. H., & Chan, F. T. S. (2007). “Design of an intelligent supplier knowledge management system - An integrative approach”. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 221(2), 195–211. <https://doi.org/10.1243/09544054JEM627>
- Corso, M., Dogan, S. F., Mogre, R., & Perego, A. (2010). “The role of knowledge management in supply chains: Evidence from the Italian food industry”. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 7(2–3), 163–183. <https://doi.org/10.1504/IJNVO.2010.031216>
- Corso, M., & Paolucci, E. (2001). “Fostering innovation and knowledge transfer in product development through information technology”. *International Journal of Technology Management*, 22(1–3), 126–148. <https://doi.org/10.1504/ijtm.2001.002958>
- Craighead, C. W., Hult, G. T. M., & Ketchen Jr., D. J. (2009). “The effects of innovation-cost strategy, knowledge, and action in the supply chain on firm performance”. *Journal of Operations Management*, 27(5), 405–421. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.01.002>
- de Vries, E. J., & Brijder, H. G. (2000). “Knowledge management in hybrid supply channels: a case study”. *International Journal of Technology Management*, 20(5–8), 569–587. <https://doi.org/10.1504/ijtm.2000.002882>
- Derr, K. T. (1999). “Managing Knowledge the Chevron Way. Knowledge Management World Summit”. San Francisco, California.
- Douligeris, C., & Tilipakis, N. (2006). “A knowledge management paradigm in the supply chain”. *EuroMed Journal of Business*, 1(1), 66–83. <https://doi.org/10.1108/14502190610750108>
- Earl, M. (2001). “Knowledge management strategies: Toward a taxonomy”. *Journal of Management Information Systems*, 18(1), 215–233. <https://doi.org/10.1080/07421222.2001.11045670> PLEASE
- Fugate, B. S., Stank, T. P., & Mentzer, J. T. (2009). “Linking improved knowledge management to operational and organizational performance”. *Journal of Operations Management*, 27(3), 247–264. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2008.09.003>
- Gambetti, R. C., & Giovanardi, M. (2013). “Revisiting the supply chain: a communication perspective”. *Corporate Communications: An International Journal*, 18(4), 390–416. <https://doi.org/10.1108/CCIJ-03-2012-0021>
- Gold, A. H., Malhotra, A., & Segars, A. H. (2001). “Knowledge management: an organizational capabilities perspective”. *Journal of Management Information Systems*, 18(1), 688–698. <https://doi.org/10.1080/07421222.2001.11045669>
- Grant, R. M. (1996). “Toward a knowledge-based theory of the firm”. *Strategic Management Journal*, 17, 109–122.
- Halley, A., Nollet, J., Beaulieu, M., Roy, J., & Bigras, Y. (2010). “The impact of the supply chain on core competencies and knowledge management:

- directions for future research”. *International Journal of Technology Management*, 49(4), 297. <https://doi.org/10.1504/ijtm.2010.030160>
- Heisig, P. (2009). “Harmonisation of knowledge management – comparing 160 KM frameworks around the globe”. *Journal of Knowledge Management*, 13(4), 4–31.
- Heisig, P. (2015). “Future Research in Knowledge Management: Results from the Global Knowledge Research Network Study”. In E. Bolisani & M. Handzic (Eds.), *Advances in Knowledge Management: Celebrating Twenty Years of Research and Practice* (Vol. 1, pp. 151–182). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09501-1_7
- Huang, C. C., & Lin, S. H. (2010). “Sharing knowledge in a supply chain using the semantic web”. *Expert Systems with Applications*, 37(4), 3145–3161. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.09.067>
- Hult, G. T. M., Ketchen, D. J., & Arrfelt, M. (2007). “Strategic supply chain management: improving performances through a culture of competitiveness and knowledge development”. *Strategic Management Journal*, 28(10), 1035–1052. <https://doi.org/10.1002/smj.627>
- Hult, G. T. M., Ketchen, D. J., Cavusgil, S. T., & Calantone, R. J. (2006). “Knowledge as a strategic resource in supply chains”. *Journal of Operations Management*, 24(5), 458–475. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2005.11.009>
- Hult, G. T. M., Ketchen, D. J., & Slater, S. F. (2004). “Information processing, knowledge development, and strategic supply chain performance”. *Academy of Management Journal*, 47(2), 241–253.
- Irani, Z., Sharif, A., Kamal, M. M., & Love, P. E. D. (2014). “Visualising a knowledge mapping of information systems investment evaluation”. *Expert Systems with Applications*, 41(1), 105–125. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.015>
- Kant, R., & Singh, M. D. (2009). “Knowledge management implementation in supply chains: a strategic plan”. *International Journal of Business Information Systems*, 4(6), 655. <https://doi.org/10.1504/ijbis.2009.026697>
- Kiessling, T., Harvey, M., & Moeller, M. (2012). “Supply-chain corporate venturing through acquisition: Key management team retention”. *Journal of World Business*, 47(1), 81–92. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2010.10.023>
- Koh, S. C. L., & Tan, K. H. (2006). Translating knowledge of supply chain uncertainty into business strategy and actions. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(4), 472–485. <https://doi.org/10.1108/17410380610662898>
- Lau, H. C. W., Ho, G. T. S., Zhao, Y., & Chung, N. S. H. (2009). Development of a process mining system for supporting knowledge discovery in a supply chain network. *International Journal of Production Economics*, 122(1), 176–187. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.05.014>
- Lawson, S. (2003). *Examining the relationship between organizational culture and knowledge management*. Nova Southeastern University.
- Li, X., & Hu, J. (2012). Business impact analysis based on supply chain’s knowledge sharing ability. *Procedia Environmental Sciences*, 12, 1302–1307. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.425>
- Liao, S. H., Chen, C. M., & Wu, C. H. (2008). Mining customer knowledge for product line and brand extension in retailing. *Expert Systems with Applications*, 34(3), 1763–1776. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.01.036>
- Liao, S. H., Chen, Y. N., & Tseng, Y. Y. (2009). Mining demand chain knowledge of life insurance market for new product development. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 9422–9437. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.12.053>
- Liew, C. B. A. (2008). Strategic integration of knowledge management and customer relationship management. *Journal of Knowledge Management*, 12(4), 131–146. <https://doi.org/10.1108/13673270810884309>
- Lin, H. F. (2014). The impact of socialization mechanisms and technological innovation capabilities on partnership quality and supply chain integration. *Information Systems and E-Business Management*, 12(2), 285–306.

- <https://doi.org/10.1007/s10257-013-0226-z>
- Liu, H., Ke, W., Wei, K. K., & Hua, Z. (2013). The impact of IT capabilities on firm performance: The mediating roles of absorptive capacity and supply chain agility. *Decision Support Systems*, 54(3), 1452–1462. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.12.016>
- Liu, S., Leat, M., Moizer, J., Megicks, P., & Kasturiratne, D. (2013). A decision-focused knowledge management framework to support collaborative decision making for lean supply chain management. *International Journal of Production Research*, 51(7), 1–15. <https://doi.org/10.1080/00207543.2012.709646>
- Lopez, G., & Eldridge, S. (2010). A working prototype to promote the creation and control of knowledge in supply chains. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 7(2–3), 150–162. <https://doi.org/10.1504/IJNVO.2010.031215>
- Maçada, A. C. G., Costa, J. C., Oliveira, M., & Curado, C. (2013). Information management and knowledge sharing in supply chains operating in Brazil. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 13(1), 18–35. <https://doi.org/10.1504/ijatm.2013.052777>
- Malhotra, A., Gosain, S., & El Sawy, O. A. (2005). Absorptive capacity configurations in supply chains: gearing for partner-enabled market knowledge creation. *MIS Quarterly*, 29(1), 145–187.
- Manuj, I., & Sahin, F. (2011). A model of supply chain and supply chain decision-making complexity. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(5), 511–549. <https://doi.org/10.1108/09600031111138844>
- McCrea, B. (2016). Winning the Knowledge Race. *Supply & Demand Chain Executive*, 16–17.
- More, D., & Basu, P. (2013). Challenges of supply chain finance: A detailed study and a hierarchical model based on the experiences of an Indian firm Dileep. *Business Process Management Journal*, 19(4), 624–647. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-09-2012-0093>
- Moyer, L. G. (2005). Integrating e-learning and knowledge management. In J. Davis, E. Subrahmanian, & A. Westerberger (Eds.), *Knowledge management: Organizational and technological dimensions* (pp. 191–204). Physica-Verlag. https://doi.org/10.1007/3-7908-1618-3_12
- Muñoz, E., Capón-García, E., Láinez, J. M., Espuña, A., & Puigjaner, L. (2013). Considering environmental assessment in an ontological framework for enterprise sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 47, 149–164. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.032>
- Nachiappan, S. P., Gunasekaran, A., & Jawahar, N. (2007). Knowledge management system for operating parameters in two-echelon VMI supply chains. *International Journal of Production Research*, 45(11), 2479–2505. <https://doi.org/10.1080/00207540601020478>
- Nikabadi, M. S. (2014). A framework for technology-based factors for knowledge management in supply chain of auto industry. *Vine*, 44(3), 375–393. <https://doi.org/10.1108/VINE-09-2013-0057>
- Nissen, M. E. (1999). Knowledge-based knowledge management in the reengineering domain. *Decision Support Systems*, 27(1), 47–65. [https://doi.org/10.1016/S0167-9236\(99\)00036-6](https://doi.org/10.1016/S0167-9236(99)00036-6)
- Pawlowsky, P., & Schmid, S. (2012). Interrelations between strategic orientation, knowledge management, innovation and performance. Empirical findings from a national survey in Germany. *International Journal of Knowledge Management Studies*, 5(1–2), 185–209. <https://doi.org/10.1504/ijkms.2012.051911>
- Pedroso, M. C., & Nakano, D. (2009). Knowledge and information flows in supply chains: A study on pharmaceutical companies. *International Journal of Production Economics*, 122(1), 376–384. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.06.012>
- Prakash, A., Chan, F. T. S., Liao, H., & Deshmukh, S. G. (2012). Network optimization in supply chain: A KBGA approach. *Decision Support Systems*, 52(2), 528–538. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.12.016>

- org/10.1016/j.dss.2011.10.024
- Qi, K., & Chen, W. (2014). Research on green supply chain knowledge sharing mechanism. *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research*, 32(6), 8077–8086.
- Raisinghani, M. S., & Meade, L. L. (2005). Strategic decisions in supply-chain intelligence using knowledge management: an analytic-network-process framework. *Supply Chain Management: An International Journal*, 10(2), 114–121. <https://doi.org/10.1108/13598540510589188>
- Rao, N. H. (2007). A framework for implementing information and communication technologies in agricultural development in India. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), 491–518. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.02.002>
- Reese, A. (2013). Catch the knowledge. *Supply & Demand Chain Executive*, (May), 7–11.
- Rubenstein-Montano, B., Liebowitz, J., Buchwalter, J., McCaw, D., Newman, B., & Rebeck, K. (2001). A systems thinking framework for knowledge management. *Decision Support Systems*, 31(1), 5–16.
- Ryoo, S. Y., & Kim, K. K. (2015). The impact of knowledge complementarities on supply chain performance through knowledge exchange. *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3029–3040.
- Samuel, K. E., Goury, M. L., Gunasekaran, A., & Spalanzani, A. (2011). Knowledge management in supply chain: An empirical study from France. *The Journal of Strategic Information Systems*, 20(3), 283–306. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2010.11.001>
- Sangari, M. S., Hosnavi, R., & Zahedi, M. R. (2015). The impact of knowledge management processes on supply chain performance: An empirical study. *The International Journal of Logistics Management*, 26(3), 603–626.
- Shih, S. C., Hsu, S. H. Y., Zhu, Z., & Balasubramanian, S. K. (2012). Knowledge sharing—A key role in the downstream supply chain. *Information & Management*, 49(2), 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.im.2012.01.001>
- Singh, P. J., & Power, D. (2013). Innovative knowledge sharing, supply chain integration and firm performance of Australian manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, 52(21), 6416–6433. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.859760>
- Ulieru, M., Norrie, D., Kremer, R., & Shen, W. (2000). A multi-resolution collaborative architecture for web-centric global manufacturing. *Information Sciences*, 127(1), 3–21. [https://doi.org/10.1016/s0020-0255\(00\)00026-8](https://doi.org/10.1016/s0020-0255(00)00026-8)
- Uusipaavalniemi, S., & Juga, J. (2009). Information integration in maintenance services. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 58(1), 92–110. <https://doi.org/10.1108/17410400910921100>
- Verma, A., & Tiwari, M. K. (2009). Role of corporate memory in the global supply chain environment. *International Journal of Production Research*, 47(19), 5311–5342. <https://doi.org/10.1080/00207540801918570>
- Wang, C., Fergusson, C., Perry, D., & Antony, J. (2008). A conceptual case-based model for knowledge sharing among supply chain members. *Business Process Management Journal*, 14(2), 147–165. <https://doi.org/10.1108/14637150810864907>
- Wang, X., Wong, T. N., & Fan, Z. P. (2013). Ontology-based supply chain decision support for steel manufacturers in China. *Expert Systems with Applications*, 40(18), 7519–7533. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.061>
- Warkentin, M., Sugumaran, V., & Sainsbury, R. (2012). The role of intelligent agents and data mining in electronic partnership management. *Expert Systems with Applications*, 39(18), 13277–13288. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.074>
- Wong, W. P., & Wong, K. Y. (2011). Supply chain management, knowledge management capability, and their linkages towards firm performance. *Business Process Management Journal*, 17(6), 940–964. <https://doi.org/10.1108/14637151111182701>
- Wowak, K. D., Craighead, C. W., Ketchen, D. J., & Hult, G. T. M. (2013). Supply chain knowledge and performance: A meta-analysis. *Decision*

- Sciences*, 44(5), 843–875. <https://doi.org/10.1111/deci.12039>
- Wu, D. J. (2001). Software agents for knowledge management: coordination in multi-agent supply chains and auctions. *Expert Systems with Applications*, 20(1), 51–64.
- Wynn, M., & Olubanjo, O. (2012). Demand-supply chain management: systems implications in an SME packaging business in the UK. *International Journal of Manufacturing Research*, 7(2), 198–212. <https://doi.org/10.1504/IJMR.2012.046803>
- Ye, Y., Yang, D., Jiang, Z., & Tong, L. (2008). Ontology-based semantic models for supply chain management. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 37(11–12), 1250–1260. <https://doi.org/10.1007/s00170-007-1052-6>
- Zhu, X., Mukhopadhyay, S. K., & Kurata, H. (2012). A review of RFID technology and its managerial applications in different industries. *Journal of Engineering and Technology Management*, 29(1), 152–167. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2011.09.011>



Modelo dinámico de un sistema masa-resorte

José Carlos Romero Michiua

Asesor de Mecatrónica
Universidad del Valle de Puebla.

Resumen

De acuerdo a los grandes avances tecnológicos y a las necesidades de la actualidad, el uso de sistemas robóticos, que nos permitan hacer actividades riesgosas, hace que el diseño de sistemas robóticos sea de mucha importancia en las universidades. Este papel muestra un panorama en el proceso de desarrollo del modelo dinámico de un sistema de resorte-péndulo, por medio de las ecuaciones de Euler-Lagrange por medio de un algoritmo que muestre la simulación del sistema anterior.

Palabras clave:

Resorte, robótica, Euler-Lagrange.

Abstract

According to the great technological advances and the needs of today, the use of robotic systems, which allow us to carry out risky activities, makes the design of robotic systems of great importance in universities. This paper shows an overview in the process of developing the dynamic model of a spring-pendulum system, by means of the Euler-Lagrange equations by means of an algorithm that shows the simulation of the previous system.

Keywords:

Euler-Lagrange, mechanics, robotic.

1. Introducción

Los robots manipuladores representan en la actualidad una de las herramientas tecnológicas más usadas, pues tiene una gran variedad de utilidades, desde el uso para transporte de materiales, el uso de montaje de circuitos electrónicos, y hasta cirugías en salas de hospitales. Debido a esto es necesario estudiar y comprender la metodología de diseño de estos sistemas.

Ecuaciones de Euler-Lagrange.

La energía total \mathcal{E} (*hamiltoniano*) del robot manipulador está dada por la suma de la energía cinética $\mathcal{K}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})$ más la energía potencial $\mathcal{U}(\mathbf{q})$:

$$\mathcal{E}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) = \mathcal{K}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) + \mathcal{U}(\mathbf{q}) \quad (1)$$

Donde $\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}} \in \mathbb{R}^n$ representan los vectores de posición y velocidad, la energía cinética $\mathcal{K}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})$ dependen de la posición y velocidad angular, por lo tanto $\mathcal{U}(\mathbf{q})$ representa la energía potencial que depende solo de la posición.

Por otro lado, el Lagrangiano que es la diferencia de la energía cinética entre la energía potencial se denota como:

$$\mathcal{L}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) = \mathcal{K}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) - \mathcal{U}(\mathbf{q}) \quad (2)$$

La ecuación de movimiento de Euler-Lagrange de un robot manipulador de n grados de libertad está dado por.

$$\frac{d}{dt} \left[\frac{\partial \mathcal{L}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})}{\partial \dot{\mathbf{q}}} \right] - \frac{\partial \mathcal{L}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})}{\partial \mathbf{q}} = \boldsymbol{\tau} - \mathbf{v}(\dot{\mathbf{q}}, \boldsymbol{\tau}) \quad (3)$$

Donde $\mathbf{q} = [q_1, q_2, \dots, q_n]^T \in \mathbb{R}^n$ que representa el vector de posición articulares o las coordenadas generalizadas, $\dot{\mathbf{q}} = [\dot{q}_1, \dot{q}_2, \dots, \dot{q}_n]^T \in \mathbb{R}^n$ es el vector de velocidad y $\boldsymbol{\tau} = [\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n]^T \in \mathbb{R}^n$ es el vector de pares aplicados que corresponden a las coordenadas generalizadas del sistema. Por otra parte $\mathbf{q} \mathbf{i}$ y $\mathbf{v}(\dot{\mathbf{q}}, \boldsymbol{\tau}) \in \mathbb{R}^n$ es el vector de la fricción estática $\mathbf{f} \mathbf{e}$.

El modelo dinámico

El modelo dinámico de un robot manipulador de n grados de libertad está dado por la ecuación, que en su forma compacta y con la notación más ampliamente utilizada entre el área de robótica se encuentra descrito de la siguiente forma.

$$\tau = M(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}} + C(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}} + \mathbf{g}(\mathbf{q}) + \mathbf{f}_f(\dot{\mathbf{q}}, \mathbf{f}_e) \quad (4)$$

Donde

- $\mathbf{q} \in \mathbb{R}^n$ es el vector de coordenadas generalizadas o posición articular.
- $\dot{\mathbf{q}} \in \mathbb{R}^n$ es el vector de velocidades articulares.
- $\ddot{\mathbf{q}} \in \mathbb{R}^n$ es el vector de aceleraciones articulares.
- $M(\mathbf{q}) \in \mathbb{R}^{n \times n}$ es la matriz de inercia, la cual es simétrica y definida positiva.
- $C(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}) \in \mathbb{R}^{n \times n}$ es la matriz de fuerzas centrífugas y Coriolis.

$$C(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}} = \dot{M}(\mathbf{q})\dot{\mathbf{q}} - \frac{\partial}{\partial \mathbf{q}} \left[\frac{1}{2} \dot{\mathbf{q}}^T M(\mathbf{q}) \dot{\mathbf{q}} \right] \quad (5)$$

• $\mathbf{g}(\mathbf{q}) \in \mathbb{R}^n$ es el vector de fuerzas o pares gravitacionales obtenidos como el gradiente de la energía potencial

$$\mathbf{g}(\mathbf{q}) = \frac{\partial U(\mathbf{q})}{\partial \mathbf{q}} \quad (6)$$

Esto es debido a la gravedad.

• $\mathbf{f}_f(\mathbf{q}, \mathbf{f}_e) \in \mathbb{R}^n$ es el vector de pares de fricción que incluyen la fricción viscosa, de coulomb y estática (\mathbf{f}_e) de cada articulación del robot. [Reyes, 2011]

Planteamiento del problema

Considere el sistema mecánico mostrado en la figura.

• Al sistema mecánico masa-resorte se le aplica una fuerza $f = 8$ N, durante $t = 5$ segundos en la dirección del eje y, posteriormente la fuerza $f = 0$ N (si $t > 5$ segundos)

- Considere el escenario, cuando la fuerza aplicada $f = 0$ N, el sistema masa-resorte tiende a recuperar su posición natural, entrando en una serie de oscilaciones; en un caso realista, el movimiento tiene lugar en el plano $x - y$. Bajo este contexto, obtenga el modelo dinámico usando las ecuaciones de *Euler-Lagrange*.
- Desarrollar un programa en *Matlab* para llevar a cabo el proceso de simulación, considerando una fuerza $f=8$ N que se aplica en la dirección del eje y , durante 10 segundos; $k = 2.3 \frac{N}{m}$, $m = 5$ kg.



Figura 1: Sistema mecánico masa-resorte.

3. Solución del problema

Modelo dinámico del péndulo-resorte.

Se tiene el siguiente modelo, representado por un péndulo-resorte, a continuación, se tiene el desarrollo matemático algebraico para la obtención del modelo dinámico, por ecuaciones de Euler-Lagrange.

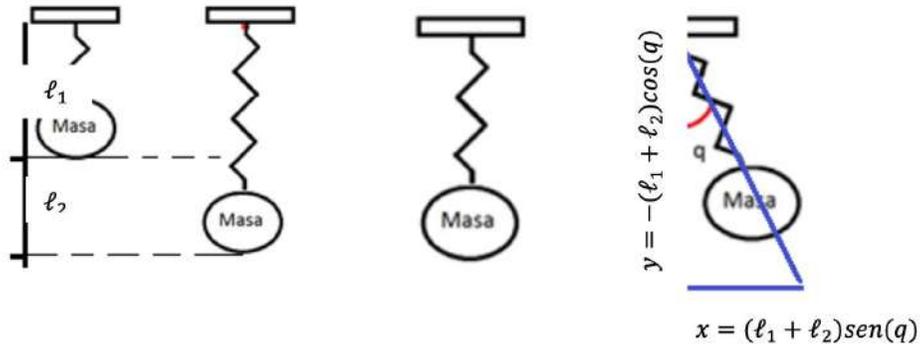


Figura 2: Diagrama de movimiento del péndulo en los ejes x y y.

De acuerdo al diagrama anterior tenemos.

Paso 1: Se obtiene la cinemática directa del sistema.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (l_1 + l_2)\text{sen}(q) \\ -(l_1 + l_2)\text{cos}(q) \\ 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Paso 2: se obtiene la cinemática diferencial, la cual es la derivada temporal del modelo de cinemática directa (ecuación (7)).

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (l_1 + l_2)\text{sen}(q) \\ -(l_1 + l_2)\text{cos}(q) \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{l}_2\text{sen}(q) + (l_1 + l_2)\text{cos}(q)\dot{q} \\ -\dot{l}_2\text{cos}(q) + (l_1 + l_2)\text{sen}(q)\dot{q} \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$V = X^T X$$

$$= \begin{bmatrix} \dot{l}_2\text{sen}(q) + (l_1 + l_2)\text{cos}(q)\dot{q} & -\dot{l}_2\text{cos}(q) + (l_1 + l_2)\text{sen}(q)\dot{q} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{l}_2\text{sen}(q) + (l_1 + l_2)\text{cos}(q)\dot{q} \\ -\dot{l}_2\text{cos}(q) + (l_1 + l_2)\text{sen}(q)\dot{q} \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$= \left((\dot{l}_2\text{sen}(q) + (l_1 + l_2)\text{cos}(q)\dot{q}) * (\dot{l}_2\text{sen}(q) + (l_1 + l_2)\text{cos}(q)\dot{q}) \right) \\ + \left((-\dot{l}_2\text{cos}(q) + (l_1 + l_2)\text{sen}(q)\dot{q}) \right) \\ * \left(-\dot{l}_2\text{cos}(q) + (l_1 + l_2)\text{sen}(q)\dot{q} \right) + (0 * 0)$$

$$= \dot{l}_2^2 (\text{sen}^2(q) + \text{cos}^2(q)) + (2\dot{l}_2(l_1 + l_2)\text{sen}(q)\text{cos}(q)\dot{q}) \\ - 2\dot{l}_2(l_1 + l_2)\text{sen}(q)\dot{q}\text{cos}(q) + (l_1 + l_2)^2 \dot{q}^2 (\text{sen}^2(q) + \text{cos}^2(q))$$

Esto se puede simplificar usando, algunas identidades trigonométricas como $(\text{sen}^2(q) + \text{cos}^2(q)) = 1$, así que tenemos.

$$V = \dot{\ell}_2^2 + (\ell_1 + \ell_2)^2 \dot{q}^2 \quad (8)$$

$$k = m \left(\dot{\ell}_2^2 + (\ell_2 + \ell_1)^2 \right) \dot{q}^2 \quad (9)$$

Paso 3: Se calcula el modelo de energía total llamada Lagrangiano \mathcal{L} , sumando el modelo de energía del resorte y la gravedad.

$$\mathcal{U} = \mathcal{U}_{\text{resorte}} + \mathcal{U}_{\text{gravedad}}$$

$$\mathcal{U}_{\text{resorte}} = \frac{1}{2} k \ell_2^2$$

$$\begin{aligned} \mathcal{U}_{\text{gravedad}} &= mg(\ell_1 + \ell_2) - mg(\ell_1 + \ell_2) \cos(q) \\ &= mg(\ell_1 + \ell_2)(1 - \cos(q)) \end{aligned}$$

$$\mathcal{L} = \frac{m}{2} (\dot{\ell}_2^2 + (\ell_1 + \ell_2)^2) \dot{q}^2 - \frac{1}{2} k \ell_2^2 - mg(\ell_1 + \ell_2)(1 - \cos(q)) \quad (10)$$

Paso 4: Usando el Lagrangiano \mathcal{L} (ecuación (10)) obtenemos las ecuaciones de movimiento de Euler-Lagrange.

$$\frac{d}{dt} \left[\frac{\partial \mathcal{L}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})}{\partial \dot{\mathbf{q}}} \right] - \frac{\partial \mathcal{L}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})}{\partial \mathbf{q}} + B \dot{\mathbf{q}} = \boldsymbol{\tau} \quad (11)$$

Primero calcularemos la derivada parcial del Lagrangiano con respecto a $\dot{\ell}_2$,

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\ell}_2} = \frac{\partial}{\partial \dot{\ell}_2} \left[\frac{m}{2} (\dot{\ell}_2^2 + (\ell_1 + \ell_2)^2) \dot{q}^2 - \frac{1}{2} k \ell_2^2 - mg(\ell_1 + \ell_2)(1 - \cos(q)) \right]$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\ell}_2} = m \dot{\ell}_2 \quad (12)$$

A continuación calcularemos la derivada temporal de $\frac{d}{dt} \left[\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\ell}_2} \right]$.

$$\frac{d}{dt} \left[\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\ell}_2} \right] = \frac{d}{dt} [m \dot{\ell}_2] = m \ddot{\ell}_2 \quad (13)$$

El siguiente es calcular la derivada del Lagrangiano, con respecto a ℓ_2

$$\frac{d\mathcal{L}}{d\ell_2} = \frac{d}{d\ell_2} \left[\frac{m}{2} (\dot{\ell}_2^2 + (\ell_1 + \ell_2)^2) \dot{q}^2 - \frac{1}{2} k \ell_2^2 - mg(\ell_1 + \ell_2)(1 - \cos(q)) \right]$$

$$\frac{d\mathcal{L}}{d\ell_2} = m(\ell_1 + \ell_2)^2 \dot{q}^2 - k\ell_2 - mg(1 - \cos(q)) \quad (14)$$

Ya que tenemos los termino de cada derivada (12), (13) y (14), podemos sustituir en la ecuación (11), todos los valores.

$$\mathcal{T}_\ell = m\ddot{\ell}_2 - m(\ell_1 + \ell_2)^2 \dot{q}^2 - k\ell_2 - mg(1 - \cos(q)) \quad (15)$$

Ahora con respectó a q

Tenemos, la derivada parcial del Lagrangiano con respecto a \dot{q} .

$$\frac{\partial}{\partial \dot{q}} = \frac{\partial}{\partial \dot{q}} \left[\frac{m}{2} (\dot{\ell}_2^2 + (\ell_1 + \ell_2)^2) \dot{q}^2 - \frac{1}{2} k \ell_2^2 - mg(\ell_1 + \ell_2)(1 - \cos(q)) \right]$$

El siguiente es calcular la derivada del Lagrangiano, con respecto a ℓ_2

$$\frac{d\mathcal{L}}{d\ell_2} = \frac{d}{d\ell_2} \left[\frac{m}{2} (\dot{\ell}_2^2 + (\ell_1 + \ell_2)^2) \dot{q}^2 - \frac{1}{2} k \ell_2^2 - mg(\ell_1 + \ell_2)(1 - \cos(q)) \right]$$

$$\frac{d\mathcal{L}}{d\ell_2} = m(\ell_1 + \ell_2)^2 \dot{q}^2 - k\ell_2 - mg(1 - \cos(q)) \quad (14)$$

Ya que tenemos los termino de cada derivada (12), (13) y (14), podemos sustituir en la ecuación (11), todos los valores.

$$\mathcal{T}_\ell = m\ddot{\ell}_2 - m(\ell_1 + \ell_2)^2 \dot{q}^2 - k\ell_2 - mg(1 - \cos(q)) \quad (15)$$

Ahora con respectó a q

Tenemos, la derivada parcial del Lagrangiano con respecto a \dot{q} .

$$\frac{\partial}{\partial \dot{q}} = \frac{\partial}{\partial \dot{q}} \left[\frac{m}{2} (\dot{\ell}_2^2 + (\ell_1 + \ell_2)^2) \dot{q}^2 - \frac{1}{2} k \ell_2^2 - mg(\ell_1 + \ell_2)(1 - \cos(q)) \right]$$

$$\frac{\partial}{\partial \dot{q}} = m(\ell_1 + \ell_2)^2 \dot{q} \quad (16)$$

La derivada de $\left[\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}}\right]$, queda como, a continuación,

$$\frac{d}{dt} \left[\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}} \right] = \frac{d}{dt} [m(\ell_1 + \ell_2)^2 \dot{q}] = m(\ell_1 + \ell_2)^2 \ddot{q} + 2m\dot{q}(\ell_1 + \ell_2) \quad (17)$$

Por último la derivada del Lagrangiano, con respecto a q es:

$$\begin{aligned} \frac{d\mathcal{L}}{dq} &= \frac{d}{dq} \left[\frac{m}{2} (\dot{\ell}_2^2 + (\ell_1 + \ell_2)^2 \dot{q}^2 - \frac{1}{2} k \ell_2^2 - mg(\ell_1 + \ell_2)(1 - \cos(q))) \right] \\ \frac{d\mathcal{L}}{dq} &= -mg(\ell_1 + \ell_2) \text{sen}(q) \end{aligned} \quad (18)$$

Podemos sustituir los resultados de las ecuaciones (16), (17) y (18), en la ecuación (11). Para obtener las ecuaciones de movimiento de Euler-Lagrange.

$$\mathcal{T}_q = m(\ell_1 + \ell_2)^2 \ddot{q} + 2m\dot{q}(\ell_1 + \ell_2) - (-mg(\ell_1 + \ell_2) \text{sen}(q)) \quad (19)$$

4. Simulación de modelo dinámico péndulo-resorte

Para el algoritmo necesitamos despejar las variables ℓ_2 y \ddot{q} de las ecuaciones (15) y (19) respectivamente para ello proponemos nuestros estados.

$$x_1 = \ell_2, x_2 = \dot{\ell}_2, x_3 = q \text{ y } x_4 = \dot{q}$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_2 \\ \frac{\mathcal{T}_\ell + m(\ell_1 + x_1)^2 (x_4)^2 + kx_1 + mg(1 - \cos(x_3))}{m} \\ x_3 \\ \frac{\mathcal{T}_q - 2mx_4(\ell_1 + x_1) - mg(\ell_1 + x_1) \text{sen}(x_3)}{m(\ell_1 + x_1)^2} \end{bmatrix}$$

El programa que a continuación se muestra esta generado por medio de una función, en la cual se declara los valores de los estados los cuales nos ayudaran a mostrar el sistema. En la segunda parte se declaran las constantes que utilizara el sistema, como lo son la fuerza aplicada, la masa, la constante de rigidez del resorte, la constante gravitacional y la longitud inicial del resorte, estos se sustituirán en las ecuaciones de estados del sistema que se muestran en la ecuación (). Por último se genera la condición en la cual, se revisa si, se aplica una fuerza al sistema durante un tiempo de 10 *segundos*. Lo que quiere decir que si existe un tiempo mayor o igual a 10 *segundo*, entonces la fuerza aplicada es de 8 *Newton*, y el tiempo se reinicia a 0, pero si esto no es, entonces no hay una fuerza aplicada lo que quiere decir que $f=0$.



Función del modelo dinámico.

```

function xp=modelodinamico(t,x)
%vectores de estado
x1=x(1); %x
x2=x(2); %q
x3=x(3); %xp
x4=x(4); %qp
%parámetros del Sistema masa resorte
m=5; %masa
k=2.3; %constante de rigidez del resorte
g=9.81; %gravedad
l=1; % longitud inicial
x2p=((1./m)*(f+m*g*(1-cos(x3))+k*x1+m*(x1+l)*x4^2));
x4p=((1./(m*(x1+l)^2))*(f-2*m*x4*(x1+l)-m*g*(x1+l)*sin(x3)));
if(t<=10) %fuerza aplicada al sistema cuando t<2 segundos
    F=8;
    T=0;
else
    F=0;
    T=0;
end
xp=[x2; %Vector de salida formado
    x2p;
    x4;
    x4p;]
end

```

En el programa principal se borra y cierra todo lo que este en la memoria RAM de la computadora, para que no haya algún error, debido a un residuo de variables guardadas. Se declaran el vector de tiempo, y el vector de condiciones iniciales. Después se configura la función *ode45(...)* y por último se imprime las gráficas del sistema.



Función general de simulación.

```
clc; clear all; close all;
format short;
ti=0; h=0.001; tf=10; %parametros de simulación
ts=ti:h:tf;
ci=[0;0;0;0]; %condiciones iniciales
%configuración de la función de integración numérica ode45(..)
opciones=odeset('RelTol',h,'InitialStep',h,'MaxStep',h);
[t,x]=ode45('tarea',ts,ci,opciones);
figure
subplot(2,1,1)
plot(t,x(:,1))
title('Grafica de posición en eje Y')
xlabel('tiempo (segundos)')
ylabel('grados')
grid on
subplot(2,1,2)
plot(t,x(:,2))
title('Grafica de velocidad en eje Y')
xlabel('tiempo (segundos)')
ylabel('grados')
grid on
figure
subplot(2,1,1)
plot(t,x(:,3))
title('Grafica posición en el eje X')
xlabel('tiempo (segundos)')
ylabel('grados')
grid on
subplot(2,1,2)
```

```

plot(t,x(:,4))
title('Grafica de velocidad en el eje X')
xlabel('tiempo (segundos)')
ylabel('grados')
grid on

```

Análisis de resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

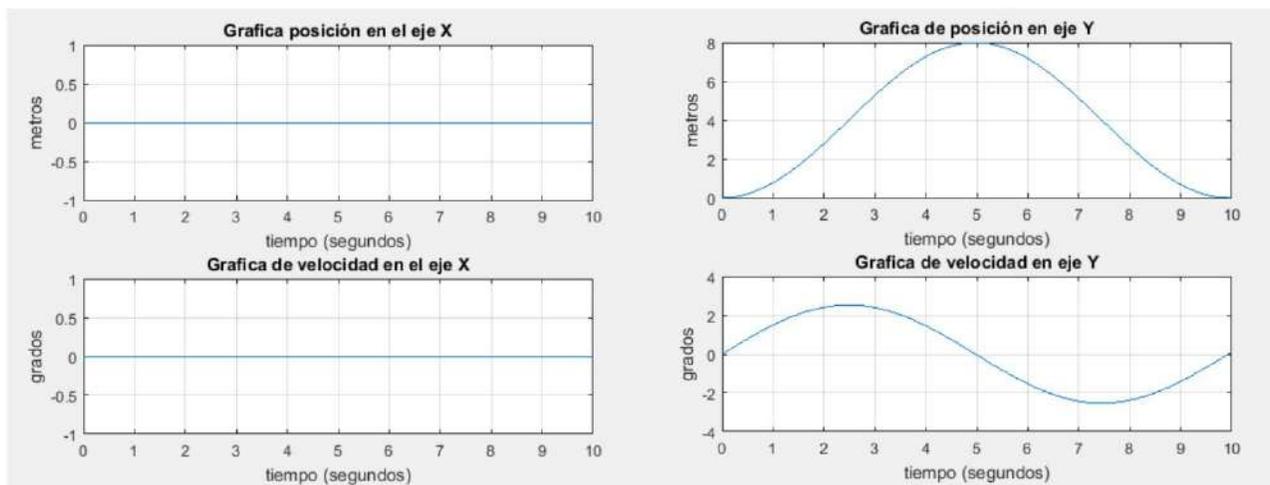


Figura 3: Grafica posición y velocidad del péndulo-resorte.

En la figura 3 podemos observar la graficas de la simulación del modelo dinámico del péndulo-resorte, con condiciones iniciales iguales a cero, las gráficas del lado izquierdo muestra la posición del péndulo en el eje X, Se puede notar que el péndulo se encuentra en una posición cero, esto es debido que se aplicó una fuerza, en modo ideal, esto quiere decir que la fuerza aplicada solo fue en el eje y. por esto la velocidad de este es igual a 0. En la gráfica del lado derecho se muestra la posición y velocidad del péndulo en el eje x, en este podemos observar que el péndulo está en una posición de reposo, pero al aplicarle una fuerza de 8 N, este se desplaza a una posición de 8 grado hasta regresar a su posición original en un tiempo de 10 *segundos*. Podemos observar que cuando el péndulo está en reposo la velocidad es cero, pero cuando tiene movimiento la velocidad obtiene valores tanto positivos como negativos.

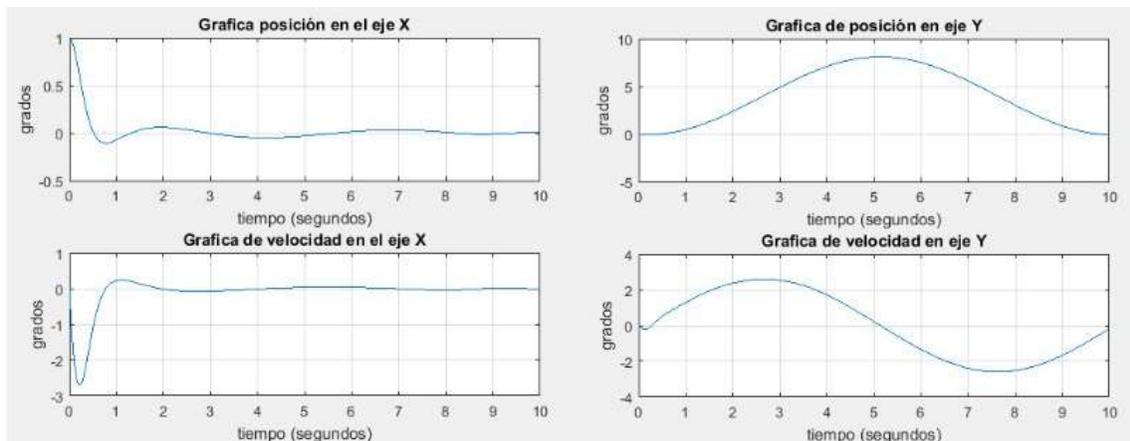


Figura 4: Grafica posición y velocidad del péndulo-resorte.

En la gráfica 4, al igual que en la anterior se puede ver la graficas de posición y velocidad de movimiento del péndulo-resorte, para este caso las condiciones iniciales cambian un poco, mientras las longitudes no cambian nada, el valor del Angulo q , será igual a 1. Esto simulara una perturbación del resorte en eje x . como lo podemos observar en la gráfica 4 inciso a), se observa que debido a la perturbación la posición del péndulo comienza en 1 y con respecto avanza el tiempo este se estabiliza y regresa a una posición de reposo, en tanto la velocidad oscila en rangos negativos y positivos hasta alcanzar el cero. Para el inciso b) observamos el movimiento del péndulo en el eje y , este como el anterior comienza en una posición de reposo, pero al poner una fuerza de 8 N , este cambia una posición de 8 m y se estabiliza al paso del tiempo, en tanto la velocidad oscila conforme al movimiento del péndulo y alcanza el cero, cuando el péndulo deja de moverse.

5. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, tras la obtención del modelo dinámico matemáticamente y la simulación del modelo dinámico, tenemos las siguientes conclusiones.

- Se obtuvo el modelo dinámico del péndulo-resorte, observando que la matemática utilizada fue muy sencilla.
- El proceso de obtención del modelo dinámico de cualquier sistema, es el mismo no importa la cantidad de grados o eslabones que este contenga.
- Euler-Lagrange nos permite obtener el modelo dinámico, de una manera menos complicada que el método tradicional, obteniendo todos los aspectos físicos del sistema.
- Por otra parte el observar los resultados podemos decir que el péndulo-resorte tiene un comportamiento no lineal, debido a que le movimiento no solo es el eje x , si no que existe movimiento en y y z . En la simulación se puede ver que si se aumenta un amortiguador este se puede alcanzar su estado de reposo en menor tiempo.

Referencias

Reyes C. Fernando. (2011) *Robótica Control de robot manipuladores*. Editorial Alfaomega, Primera Edición.



Vivienda progresiva en México. Arquitectura por intuición

Arq. Miguel Ángel Hernández Castillo

Comunidades Sustentables A.C.

Resumen

El presente trabajo es una propuesta técnica para la elaboración de bioblocks que puedan usarse como materia prima sostenible y autosustentable, en la construcción de casas en zonas marginales del país. Se hace un estudio socioeconómico y un análisis político de las razones del porqué de la implementación de estas tecnologías que pueden facilitar la construcción de casas con materiales económicos.

Palabras clave: Modelo

Comunidades Solidarias en Desarrollo. Vivienda Progresiva con BIOBLOCK.

Abstract

The present paper is a technical proposal for the elaboration of bioblocks that can be used as a sustainable and self-sustaining raw material, in the construction of houses in marginal areas of the country. A socioeconomic study and a political analysis of the reasons why the implementation of these technologies that can facilitate the construction of houses with cheap materials is made.

Keywords:

Model; Solidarity Communities in Development. Progressive Housing with BIOBLOCK.

Introducción

El problema de la vivienda y la vivienda social en México.

Contexto de Problemática

La pobreza ha sido un concepto que ha evolucionado no en forma positiva sino en una gran medida en forma negativa hasta el punto de crear una nueva clasificación denominada extrema pobreza, este fenómeno se observa en casi todos los países de América Latina y en una gran parte de Mundo, aun en Países Desarrollados. México como de los países con mayor desarrollo de la región ha sufrido y sufre actualmente de resultados de estas desigualdades sociales, viéndose de manera puntual, aspectos como desnutrición, seguridad médica, bajos niveles educativos que desencadenan una serie de problemáticas.

La vivienda digna es una utopía; en muchas ocasiones se han minimizado el problema, tratando de plantear la necesidad de crear grandes desarrollos inmobiliarios que quieren resolver un déficit fantasma de esta necesidad de impactar negativamente los espacios verdes y boscosos. Estudios de campo que hemos realizado desde el año 2007 a la fecha, contraponen los estudios hechos por colegios de arquitectos a nivel nacional, los resultados muestran que hay una gran cantidad de vivienda desocupada y en pésimas condiciones de mantenimiento, sin contar con aquellos desarrollos habitacionales que se ubican en zonas de inundación, en lugares donde la infraestructura básica aún no ha llegado volviéndose viviendas irregulares con permisos oficiales, en la actualidad este problema de generar una vivienda digna, está muy lejos de resolverse y en lugar de que se disminuya su impacto ha tenido un gran incremento por la falta de efectividad de los programas sociales de los distintos órdenes de gobiernos, se ha observado que programas que fomentan distintas acciones que van desde una recámara adicional hasta pies de casa solo han sido para difundir mediante acciones políticas por que la gente beneficiada no lo es de todo, hace falta la integración de estudios muchos más reales y multidisciplinarios de los distintos caso de aplicación de los mismos programas.

La carencia de una "vivienda digna", podemos definirla como las necesidades que experimenta una familia de un lugar adecuado donde habitar y desarrollar sus necesidades básicas sin impactar de forma negativa un entorno.

México, como en casi todas partes de los países en desarrollo (que parece muy lejos alcanzar un completo desarrollo), este problema se agudiza a partir de los años cuarenta y cincuenta, cuando la población de nuestros países pasó de ser fundamentalmente rural a predominantemente urbana. Por eso, se dice que si bien la carencia de vivienda adecuada y digna es una característica del campo, por tener un tipo de arquitectura vernácula, el problema de la vivienda se traslada y se concentra en las áreas urbanas y peri urbanas, especialmente en las grandes ciudades y áreas metropolitanas del país creando el concepto de cinturones de pobreza.

Frente a este problema que, como se sabe, afecta fundamentalmente a los sectores de menores ingresos de la población y a jóvenes en edad productiva, además esta problemática nos lleva a diferentes problemas sociales mucho más complicados como inseguridad, adicciones, alcoholismo, robo, que se vuelven estigmas que mal etiquetan a esta población para ser aún más señalados por los entornos sociales más altos, el Estado como gobierno, ha intervenido de varias maneras. Por una parte, ha impulsado y promovido la vivienda social, entendida como una vivienda básica

nueva, terminada que satisface a una parte de la demanda. Por otro lado, ha desarrollado programas alternativos a la vivienda terminada, consistentes en: apoyo para el mejoramiento de vivienda existente, vivienda progresiva (vivienda que se termina gradualmente) y terrenos con servicios básicos.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos efectuados, la vivienda social ha estado lejos de disminuir el problema habitacional. Si bien cuantificar la demanda no satisfecha es difícil, principalmente por las complicaciones para calificar a la vivienda deteriorada, oficialmente se reconoce que, en el año 2000, con una población total de 97,483,412 personas y 21,942,535 viviendas particulares, existía un rezago de 4 millones 291 mil acciones; es decir casi 20% del inventario existente. Adicionalmente desde el año 2000 hasta el año 2010 (según datos de INEGI), se requerirán por lo menos 731,500 nuevas viviendas anualmente lo cual duplica lo que se ha efectuado hasta ahora aún en los años de mayor auge económico en el país.

El fracaso de la acción habitacional en México ha tenido que ver con varios factores. En primer lugar, la falta de recursos suficientes (acorde con las necesidades) para orientarlos a la inversión en vivienda social. Realmente eficiente, ecológica y sustentable. En la última década, la inversión en esta vivienda se mantuvo generalmente en 0.9% del PIB en comparación de años como 1994 en que llegó a 1.1 por ciento o 1997 en que descendió a 0.7 por ciento.

En segundo lugar hay que mencionar la carencia, especialmente desde fines de la década de los ochenta, de una política habitacional con contenido social a pesar de que el discurso oficial plantea siempre que la oferta debe orientarse hacia “los más pobres”¹ En estos años, la acción de los organismos estatales ha sido contemplada como un apoyo o impulso a la economía (básicamente por la creación de empleos que esta actividad supone) y no como una actividad importante para el bienestar de la población (Villavicencio, 2000). Los principales beneficiados generalmente son inmobiliarias, desarrolladores de vivienda, empresas constructoras o los intermediarios que promueven la vivienda social en distintos municipios con un alto índice de marginalidad. En consecuencia, los programas habitacionales, especialmente los de vivienda nueva terminada, son cada vez menos accesibles para las familias de bajos ingresos que, según datos oficiales (INEGI, 2001) en el año 2000 constituían cuando menos el 41 por ciento de los hogares del país (que son los que reciben ingresos menores a 3 salarios mínimos), o el 63.3 por ciento de ellos (que recibe ingresos menores a 5 salarios mínimos)².

En tercer término, la acción habitacional ha fallado porque los programas que se han aplicado desde hace muchos años no parecen considerar las verdaderas características demográficas, sociales y culturales de la población demandante y, tampoco, los problemas que existen en las viviendas que se les han ofrecido hasta ahora. Menos aún se conocen las aspiraciones y reivindicaciones en relación al tipo de vivienda a la que aspira la familia mexicana, la cual ha experimentado cambios profundos en las últimas décadas, cambios que no parecen estar contemplados en la actual oferta habitacional de tipo social. Todo esto ha llevado a una situación muy particular de las áreas urbanas,

¹Por ejemplo, el último *Programa Sectorial de Vivienda* plantea que: "de la oferta habitacional que México requiere producir anualmente para satisfacer las necesidades de nueva vivienda, cerca de 500,000 unidades (68.6%) se destinarían a satisfacer la demanda del segmento de población con ingresos menores a 3 salarios mínimos. Mientras que el 82.7% de la producción habitacional debe dirigirse a los estratos de población con ingresos menores a 5 salarios mínimos" (SEDESOL, 2001, pág.40).

² Al cambio oficial en marzo de 2003, tres salarios mínimos equivalen aprox. a 320 Euros y 5 salarios mínimos equivalen a 531 Euros.

especialmente en las grandes ciudades del país. En ellas, la vivienda social no ha constituido nunca la vía principal para que los más pobres obtengan vivienda, de tal forma que no más de un 20 por ciento de la demanda ha sido satisfecha con esta oferta. Sucede entonces que alrededor del 60 por ciento de la población, que es la que ha quedado fuera de los esquemas de beneficiarios y está limitada económicamente para recurrir al mercado formal, ha tenido que auto-producir su vivienda en largos procesos de autoconstrucción, generalmente en suelo irregular, en el cual han debido introducir también los servicios y el equipamiento. Es cierto que en algunos de estos casos las familias han podido obtener el apoyo de programas de vivienda progresiva o mejoramiento de vivienda, pero lo común es que asuman particularmente los costos, el esfuerzo y el sacrificio de este proceso.

En consecuencia, es indispensable que el problema de la vivienda en México se enfrente de una manera diferente, de una manera integradora y multi disciplinaria, donde no solo se puedan dar soluciones mediáticas sino de un impacto real, ni mucho menos solo impositivo, que sale de los escritorios y que nunca han sido pensadas en solucionar las necesidades reales de la gente, para esto es fundamental una voluntad política de los responsables del sector que permita reorientar la política habitacional en la búsqueda de un mayor objetivo social. Por lo tanto hay que desarrollar propuestas que contemplen no sólo aspectos como las formas de producción, los recursos necesarios, los esquemas de financiamiento adecuados y el papel que deben cumplir los diferentes agentes involucrados sino, también definir programas habitacionales que contemplen la diversidad de la demanda que proviene de las familias de bajos ingresos así como sus requerimientos y aspiraciones en cuanto a la vivienda que desean, que en futuro sean adaptables y expandibles, que desde puntos de vista psicológicos puedan ser motivadores. La elección de una vivienda de autogestión, no siempre es resultado de las dificultades económicas y de procedimientos que implica para los más pobres el acceder a la vivienda nueva terminada que ofrecen los programas sociales. En muchos casos es también la búsqueda de una vivienda que se adapta mejor a los requisitos y necesidades actuales de la familia.

Por eso, en este trabajo se intenta profundizar en el estudio de las limitaciones que tienen los programas habitacionales de vivienda terminada de cara a las nuevas necesidades y demandas de la familia mexicana en la actualidad. Nos centramos para ello, por la dimensión que encarna y la disponibilidad de información que sobre ella se dispone.

1.- Pobreza

Desde mi punto de vista muy particular en el caso de México podemos definir qué: La pobreza es una situación o una forma de vida que surge como producto de la imposibilidad de acceso o carencia de los recursos para satisfacer las necesidades físicas y psíquicas básicas humanas que inciden en un desgaste del nivel y calidad de vida de las personas, tales como la alimentación, la vivienda, la educación, la asistencia sanitaria o el acceso al agua potable.

También se puede considerar que el ser pobre es el resultado de procesos de exclusión social, segregación social o marginación.

Dentro de este negro panorama, existen otros tipos de pobreza que sin darnos cuenta afecta a cualquier nivel socioeconómico, la pobreza del alma, la pobreza intelectual, la pobreza humana de ayudarnos unos a otros, nosotros generamos nuestra propia pobreza y que sin duda las consecuencias se ven reflejadas en cuanto lo económico.

Si nos basamos en estos conceptos y nos autodefinimos, podemos llegar a la conclusión de que todos en algún grado y concepto somos pobres, pero, ¿nuestra pobreza será una condición impuesta?, o ¿es un problema de convicción?, ¿cualquiera puede dejar de ser pobre?

Claro que sí, en una gran medida podemos decir que es un problema de convicción al no creer que podemos salir adelante con nuestros propios medios, de que muchas veces se nos cierran las puertas cuando ni siquiera las hemos tocado, de que necesitamos que nos pongan los trabajos a la vuelta de la esquina, al momento de no leer un buen libro, que tal vez pueda ser prestado y no comprado, al no detenernos en algún puesto de periódico a ver las noticias del día, etc.

2. Modelo; Comunidades Solidarias en Desarrollo.

En cuanto a la vivienda que es el punto neural que nos compete como arquitectos, podemos definir dos tipos de vivienda y en su momento hasta tres, una la vivienda ampliada, que es la nivel medio y residencial, la vivienda básica, que es la que predomina en los centros urbanos y la vivienda social donde se incluye la autoconstrucción, la vivienda progresiva y la vivienda precaria, actualmente se cuentan con soluciones medianas para los sectores de bajos ingresos y son las viviendas de interés social, construcciones que por el hecho de que se pagan por créditos hipotecarios se elevan en costo hasta en un 300% durante el periodo de pago, ¿entonces realmente benefician a este sector de la población?, claro que no, pero es de las pocas posibilidades de acceder y tener medianamente una vivienda aunque sea pagando el precio intrínseco de una lejanía de los centros urbanos, con carencias de servicios públicos, con grandes hacinamientos, con problemas estructurales que nunca serán resueltos, con los grandes tiempos de traslado a los centros de trabajo, con la gran inseguridad generada a partir del desempleo, etc.

¿Y qué pasa con aquellas personas que no cuentan con un trabajo fijo? Los encontramos también en las periferias, en zonas marginadas e irregulares que por estas condiciones no tienen derecho a contar con los servicios básicos como alumbrado público, drenaje y agua potable, como mínimo para tener una mediana calidad de vida.

Generalmente en este desarrollo tan llenos de problemas nos encontramos con el gran fenómeno de que inicialmente se instalan de una manera tan informal como el hecho de colocar algunas láminas de cartón, unos plásticos como paredes y como techo cobijas, desperdicios industriales, etc., que sin duda no garantiza ninguna calidad de vida, pero es aquí donde observamos que, aun así, NO SON POBRES. Son conceptos tan contradictorios, al paso de los años se observa el fenómeno que estudiamos y que exponemos en este momento LA VIVIENDA PROGRESIVA AUTOCONSTRUIDA.

En el mejor de los casos vemos que en la pepena y en la búsqueda de una vivienda de mayor calidad mucha gente encuentra materiales de construcción que son desechos de otras obras o demoliciones de las mismas, logrando con esto iniciar su propia construcción que tardara muchos años antes de ser terminada por lo menos en obra negra.

Los desechos de obras producto de limpiezas, demoliciones, y desechos de obra, es otro de los grandes problemas que debemos abordar con una gran urgencia, constantemente se buscan zonas para rellenas que generalmente resultan ser cuencas secas, barrancas y zonas topográficas complicadas, que pasaría si en lugar de verlo como un problema lo planteamos como una área de

oportunidades?, podemos generar bancos de materiales aprovechables que en su momento hay muchos estudios desde distintos niveles donde se comprueba que se pueden reutilizar.

Nuestra propuesta de una mejor VIVIENDA, que en su momento sea PROGRESIVA y además SUSTENTABLE, es en primer lugar pensar de una forma diferente ante nuestras condiciones económicas, porque si la gente tiene la economía para edificar unos muros de cartón es porque existe un terreno propio, rentado o prestado o que se va pagando poco a poco, esto ya es un enorme avance para cumplir nuestros objetivos primordiales. Este cambio de mentalidad tiene que ir acompañado de un trabajo en equipo como familia, como miembros de una comunidad y de una sociedad participativa e incluyente.

BIOBLOCK es un elemento de construcción que resuelve a corto plazo nuestros problemas de vivienda, este material tiene por objetivo principal el de involucrar e integrar el trabajo en familia, Este es un sistema que se tiene comprobado tanto su uso como su total éxito, en países de América Latina como en Colombia, Perú y Brasil de donde nace y se ha desarrollado una gran industria, con una gran variedad de formas y modelos que resuelven diferentes necesidades. En estos países se conoce como tijolo o btc.

¿Cómo lo adoptamos para solucionar la problemática de la vivienda económica?

Buscando e investigando sobre un material que fuera económico, seguro, y ecológico encontramos que: no es muy cara su producción o definitivamente de ecológico solo tenía el nombre, fue entonces que en este proceso de evaluación de sistemas constructivos encontramos que el suelo cemento una técnica no muy nueva pues que ya se utilizaba en muchas construcciones y que en México lo encontramos en una variación que conocemos como Adobe, en ambos casos se han mantenido en construcciones que datan desde la conquista en el caso de México y que hasta la fecha siguen en pie, lo sorprendente es que en esos tiempos no se conocía aun el uso de acero como refuerzo o el mismo concreto como elemento rigidizador, lógicamente su fabricación muy artesanal y rudimentaria provoca su desuso ante la modernización de la forma de construir en la actualidad, relegando estos materiales solo para usos residenciales y de proyectos muy caros. También evaluamos nuestra forma de construir hoy en día, donde desperdiciamos mucha energía durante el proceso edificatorio.

Tomando en cuenta todos estos factores concluimos que necesitamos un material que pueda fabricarse en bajos volúmenes en la medida de las posibilidades económicas de los beneficiarios, que pudiera ser fabricado por ellos mismo para abatir costos, que su diseño individual sea estético y sea muy fácil de utilizar por cualquier persona inclusive, mujeres y adolescentes, y antes que nada realizar aportes sustentables y que pudiera integrarse a su entorno. Y así como surge BIOBLOCK.

3. Vivienda Progresiva con BIOBLOCK

Como ya hemos resaltado la producción en bajos volúmenes nos da muchas ventajas, al no tener obligadamente espacios de almacenamiento, o una gran infraestructura para su fabricación, y que se pueden ir produciendo en la medida del tiempo y la economía de los beneficiarios.

¿De dónde sacamos la materia prima? En primer lugar, regularmente sacamos tierra que no ocupamos cuando hacemos la cisterna o la cimentación que simplemente la acarreamos a barrancas

y ríos provocando en un futuro a corto plazo inundaciones por generar estos taponés a las cuencas naturales y que la memoria hídrica no perdona.

No toda la tierra es buena para la fabricación del bioblock, para esto se realizan pruebas muy sencillas para determinar su composición y encontrar la mezcla adecuada cuya proporción entre tierra-cemento-cal sea la adecuada para obtener un bioblock de excelente calidad. Posteriormente para obtener una mezcla adecuada la comprimimos en una maquina manual cuya fuerza de compresión se obtiene del esfuerzo humano, iniciando así nuestro ahorro de energía. Este trabajo se desarrolla con una colaboración muy estrecha de nosotros como arquitectos comprometidos con nuestra sociedad y así mejorar las condiciones de vida de estos grupos vulnerables, nuestro trabajo, se aplica desde el inicio de los trabajos, en el diseño arquitectónico, la asesoría paso a paso en la medida que se van edificando los espacios, en la compra de materiales, y sus formas aplicativas.

El mayor impacto en cuanto a beneficios se logra conjuntando al menos grupos de 5 familias donde previamente reciben una capacitación tanto para la elaboración del bioblock, como en la parte emocional y mental para crearles conciencia de que unidos se puede logra más cosas y con mayor prontitud que de manera aislada, así mismo se trabaja en temas relacionados al proceso constructivo como electricidad, plomería, herrería, carpintería, etc., lógicamente no toda la gente tiene la misma capacidad y habilidades por lo tanto desarrollamos estas habilidades y se van realizando las viviendas en un formato progresivo, de vivienda en vivienda apoyándose todos sobre cada una de ellas, hasta terminarla completa y seguir con otra del mismo grupo, de esta forma desarrollamos así un concepto que denominamos COMUNIDADES SOLIDARIAS DE DESARROLLO. En estas comunidades de desarrollo buscamos a un Líder Social, donde su formación y capacitación es muy importante para que al interior de la comunidad exista la figura que los representa y sobre todo esta persona debe ser ejemplo de que cualquier cosa es posible con esfuerzo y dedicación, además de, que promueva en comunidades aledañas la difusión de este gran trabajo en conjunto.

Conclusión

Todo esto puede sonar toda una utopía un sueño muy lejano en un mundo muy distinto donde la igualdad humana es el motor de todo, pero puede ser más real de lo que parece, es un gran esfuerzo, si, es cambiar y romper paradigmas, si, es demostrar que la lucha hombro a hombro involucrando al gobierno, a empresas y empresarios puede generar grandes proyectos donde todos salgamos ganando.

En el caso muy particular de México se retoma la experiencia de casos como Brasil, Colombia, Perú, donde se ha demostrado que el trabajo en unidad ha dado excelentes frutos, por nuestra parte este trabajo lo venimos desarrollando con una promoción a través de una AC, es decir una Asociación Civil que por simple definición no persigue generar lucros sino al contrario pretende llevar soluciones de una vivienda digna confortable y sustentable a gente que lo necesita principalmente en zonas urbanas marginadas y en zonas rurales este trabajo como Asociación Civil requiere de un gran esfuerzo humano y económico pero sobre todo requiere del Ser-Humano que nos concientice sabiendo que dentro de una desigualdad social podemos tratar de generar un equilibrio esperando que este modelo no solo pueda darse a conocer de una forma muy regional sino que pueda ser llevado a cada rincón del mundo donde exista una necesidad de vivienda, que como ya hemos comentado sea digna, económica, evolutiva y sustentable.

Bibliografía

- BARRAGÁN, Juan Ignacio. Cien años de vivienda en México. Historia de la vivienda en una óptica económica y social. Monterrey (México) URBIS, 1994.
- ESQUIVEL, M. Teresa. *Nuevas experiencias de habitar la ciudad: los centros urbanos en el Estado de México*. Ponencia presentada en el VI Encuentro de Cultura y Ciudades Contemporáneas, Guadalajara (México), Sept. 2002, CIESSAS Oc.- Univ. de Guadalajara
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI) *XI Censo General de Población y Vivienda 1990*. México, 1992
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. México, 2001
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). *Programa Sectorial de Vivienda 2001-2006* México, 2001.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), *Estadística de Vivienda 1997*, México, 2001.
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda, Dirección General de Política y Fomento al Financiamiento de la Vivienda. *Estadística de Vivienda 1998-2000*. (CD-rom). México, 2002.
- VILLAVICENCIO, Judith. La política habitacional en México. ¿Una política con contenido social?. In CORDERA, Rolando y ZICCARDI, Alicia (coordinadores) *Las Políticas Sociales en México al fin del Milenio* (pág 263-288). México: UNAM- Porrúa, 2000.
- VILLAVICENCIO, Judith. Aciertos y errores de una política habitacional. *Revista Ciudades*, 1999, Año 11, no 44, p. 15-22
- Ficha bibliográfica:
- VILLAVICENCIO, J. y DURÁN, A. M. Treinta años de vivienda social en la Ciudad de México: nuevas necesidades y demandas. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2003, vol. VII, núm. 146(028). <[http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146\(028\).htm](http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-146(028).htm)> [ISSN: 1138-9788]



UVP
UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE PUEBLA

3 Sur 5759 Col. El Cerrito C.P. 72440, Puebla, Pue.

UVP, MI MEJOR YO

